



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ACATLÁN**

**ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD PARA
PRUEBAS AL CONCRETO HIDRÁULICO
PREMEZCLADO**

TESIS

Para obtener el Título de
Licenciado en Ingeniería Civil.

Presenta

Rafael Cornejo Manzano

Asesor: M. en I. Nelly Karina Jiménez Genchi.

Junio 2015

Santa Cruz Acatlán, Estado de México



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos.

ANA

Siempre confiaste en todo lo que soñé
Me cuidaste y me guiaste hasta aquí.
(Zoé -Arrullo de estrellas”)

A Dios, gracias, por todas las enseñanzas de vida
y por la vida misma.

Este trabajo es dedicado a todos los que han confiado y siguen confiando en mí.

A mi madre por todo ese esfuerzo y todas esas batallas que enfrentó
para que yo llegara a este momento de mi vida.

A mi hermano Alfredo por ser una guía, una luz en mi camino.

A mi esposa por —confiar en mis sueños” y seguir anclado a ellos.

A mis hijos, por ser esas cuatro pequeñas almas
que me impulsan a seguir adelante.

A mi familia por haber estado en todo momento pendiente de nosotros.

A mi padre que aunque no estuvo en el viaje, siempre lo he recordado, esperando poder
algún día encontrarlo.

Me gustaría agradecer en especial a mi asesor de tesis Mtra. Nelly Karina Jiménez
Genchi, por su orientación, paciencia y su motivación, ya que estos factores fueron
fundamentales en la conclusión de este trabajo.

Gracias a todos.

	Pág.
INTRODUCCIÓN	5
1. LABORATORIO DE PRUEBAS AL CONCRETO HIDRÁULICO PREMEZCLADO	1
1.1.SISTEMA DE GESTIÓN APLICABLE AL CONCRETO HIDRÁULICO PREMEZCLADO	2
1.2.METODOLOGÍA	4
1.2.1.1. <i>Objetivo General</i>	7
1.2.1.2. <i>Objetivos Específicos</i>	8
1.3.PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN	8
1.4.JUSTIFICACIÓN Y VIABILIDAD	8
1.5.TIPO DE INVESTIGACIÓN	8
1.6.HIPÓTESIS.....	8
1.7.RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN	8
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1.INTRODUCCIÓN.....	9
2.2.CEMENTO	9
2.2.1. <i>Compuestos químicos e hidratación del cemento Portland</i>	10
2.2.2. <i>Cemento Ficha Técnica</i>	11
2.3.CONCRETO	14
2.3.1. <i>Concreto Hidráulico Premezclado - Industrializado</i>	16
2.3.2. <i>Concreto Ficha Técnica</i>	17
2.4.NORMATIVIDAD INTERNACIONAL	19
2.4.1.ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE ESTANDARIZACIÓN (ISO).....	19
2.4.1.1. <i>Desarrollo de los Estándares</i>	20
2.4.1.2. <i>Principios Clave en la Elaboración de Estándares</i>	20
2.4.2.NORMAS DEL SISTEMA DE GESTIÓN	21
2.4.3.NORMAS DE APOYO A ISO 9000	21
2.4.4.ISO/IEC 17025.....	22
2.4.4.1. <i>Principios Clave en la Elaboración de Estándares IEC</i>	23
2.4.4.2. CASCO	24
2.5.NORMATIVIDAD NACIONAL.....	25
2.5.1. <i>Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN)</i>	25
2.5.2. <i>Norma Oficial Mexicana (NOM)</i>	25
2.5.3. <i>Norma Mexicana (NMX)</i>	26
2.6.CERTIFICACIÓN	26
2.7.EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD	29
2.8.ENTIDAD MEXICANA DE ACREDITACIÓN A.C. (EMA).....	30
2.9.ACREDITACIÓN	32
2.9.1.1. <i>Alcance de la Acreditación</i>	33
2.9.1.2. <i>Importancia de un Laboratorio Acreditado</i>	33
2.10.COMPETENCIA TÉCNICA DE UN LABORATORIO DE ENSAYO (PRUEBAS) Y/O CALIBRACIÓN	34
2.10.1. ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD PARA LABORATORIOS DE ENSAYO (PRUEBAS) Y/O CALIBRACIÓN.....	35
2.10.2. NORMA PARA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS	36
3. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL LABORATORIO DE PRUEBAS.....	37
3.1.INTRODUCCIÓN.....	37
3.2.SISTEMA DE GESTIÓN ISO 9001:2008.....	38

3.3.DOCUMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD.....	39
3.4.CONTROL DE REGISTROS.....	40
3.5.POLÍTICA DE LA CALIDAD ISO 9000:2008.....	42
3.6.POLÍTICA DE LA CALIDAD ISO/IEC 17025:2005.....	42
3.7.COMPROMISO DE LA DIRECCIÓN ISO/IEC 17025:2005.....	43
3.8.OBJETIVOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN, MANUAL DE CALIDAD DE LABORATORIO	43
3.9.REALIZACIÓN DEL PRODUCTO.....	45
3.10.REQUISITOS PARA LOS PRODUCTOS OBJETIVOS DE LA CALIDAD ISO 9001:2008	45
3.11.PLANIFICACIÓN PARA LA REALIZACIÓN DEL PRODUCTO	47
3.12.PLAN DE CALIDAD.	47
3.13.REQUISITOS NO ESTABLECIDOS POR EL CLIENTE.....	51
3.14.TRAZABILIDAD DE LAS MEDICIONES.	54
3.15.CALIBRACIÓN – VERIFICACIÓN.....	55
4. ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS DE PRUEBA.....	59
4.1.INTRODUCCIÓN.....	59
4.2.INSPECCIONES APLICABLES A MATERIA A PRIMA	60
4.2.1. <i>Cemento</i>	60
4.2.2. <i>Agua - Hielo</i>	62
4.2.3. <i>Aditivos y Adiciones</i>	64
4.2.4. <i>Agregados</i>	65
4.3.MÉTODOS DE PRUEBA Y VALIDACIÓN DEL MÉTODO (MOTIVO DE ACREDITACIÓN).....	68
4.3.1. <i>Pruebas aplicables al concreto en estado fresco</i>	73
4.3.1.1. <i>Criterios de aceptación</i>	73
4.3.1.2. <i>Obtención de contenido de agua de agregados</i>	74
4.3.1.3. <i>Muestreo (Primer método de prueba motivo de acreditación)</i>	75
4.3.1.4. <i>Temperatura</i>	78
4.3.1.5. <i>Revenimiento (Segundo método de prueba motivo de acreditación)</i>	78
4.3.1.6. <i>Masa unitaria, cálculo del rendimiento y contenido de aire del concreto fresco (Tercer método de prueba motivo de acreditación)</i>	82
4.3.1.6.1. <i>Procedimiento de cálculo para determinar el rendimiento volumétrico del concreto en estado fresco</i>	85
4.3.1.6.2. <i>Procedimiento de cálculo para determinar el contenido de aire del concreto en estado fresco</i>	86
4.3.1.7. <i>Elaboración de especímenes en obra y/o planta (Cuarto y Quinto método de pruebas motivo de acreditación)</i>	87
4.3.1.7.1. <i>Elaboración de especímenes en obra</i>	88
4.3.1.7.2. <i>Elaboración de especímenes en Laboratorio</i>	90
4.3.2. <i>Pruebas aplicables al concreto en estado endurecido</i>	93
4.3.2.1. <i>Criterios de aceptación</i>	93
4.3.2.2. <i>Identificación, Transporte y Almacenamiento de especímenes de concreto</i>	97
4.3.2.3. <i>Cabeceo de especímenes cilíndricos (Sexto método de prueba motivo de acreditación)</i> ..	102
4.3.2.4. <i>Ensaye a compresión de especímenes cilíndricos (Séptimo método de prueba motivo de acreditación)</i>	109
4.4.ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS.	114
4.5.APLICACIÓN DE TÉCNICAS ESTADÍSTICAS PARA LA REVISIÓN DE RESULTADOS –REAC”.....	117
4.5.1.ACTIVIDADES PREVIAS AL ANÁLISIS ESTADÍSTICO:	118
4.5.2.METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO	119
4.6.APLICACIÓN DE TÉCNICAS ESTADÍSTICAS PARA LA REVISIÓN DE RESULTADOS –REAC”, EJEMPLO PRÁCTICO.....	122
4.7.INFORMES DE ENSAYOS.	127
CONCLUSIONES	128

BIBLIOGRAFÍA	133
LISTADO DE ANEXOS	135

INTRODUCCIÓN

¿La calidad es indispensable para que las organizaciones logren una mayor productividad?, ¿Para qué sirve el control de la calidad en las organizaciones?, ¿Es acaso un estilo de administración o es una cultura?

El interés por hacer bien las cosas es innato del ser humano, con el avance de la civilización, la necesidad del establecimiento de especificaciones de calidad se ha hecho patente, por ejemplo, uno de los registros más antiguos y conocidos es el Código de Hammurabi en el que se declaraba: —~~si~~un albañil construye una casa y ésta se derrumba matando al dueño, el albañil será castigado con la pena de muerte”, si revisamos a través de la historia en las culturas se podrá encontrar que la calidad, la mejora continua y perfección son ideales que han existido en el ser humano en las culturas a lo largo de la historia.

Los autores conceptualizan a —~~al~~ calidad total” como una cultura que se orienta a la satisfacción de las necesidades del cliente, mismas que se logran a través de la aplicación de factores como: —~~ad~~ministración participativa, liderazgo y compromiso por la Dirección, estructuras y estrategias orientadas a la satisfacción del cliente, desarrollo de equipos y círculos de calidad de prevención¹”. Desarrollar estos valores implica un proceso de cambio y educación continua.

En este trabajo analizaremos el sistema de gestión implementado en las instalaciones del —~~L~~aboratorio de Pruebas al Concreto Hidráulico Premezclado” donde se verifica a través de métodos normalizados llamados —~~P~~robos aplicables” al concreto en estado fresco y endurecido industrializado.

El Laboratorio de Pruebas al Concreto Hidráulico Premezclado pertenece a una empresa mexicana que cuenta con filiales en México y el extranjero, considerada una de las más fuertes e influyentes en el ámbito de la construcción. Los datos y la información utilizada son reales, sin embargo, por cuestiones de confidencialidad se omite el nombre de la empresa, a la cual en adelante se le denominará empresa cementera.

Esta investigación se basa en la experiencia del sustentante al desempeñarse como Jefe del Laboratorio de Pruebas al Concreto Hidráulico Premezclado al buscar solucionar los problemas que se presentaban con mayor frecuencia, teniendo presente asegurar la calidad del producto terminado y cumplir con los requisitos legales y reglamentarios, así como satisfacer las expectativas del consumidor final.

El concreto premezclado es un producto integral, ya que en la fabricación de este están involucrados: personal técnico altamente especializado, desde su diseño, dosificación, control de calidad, de producción, transporte, bombeo, colocación, sin olvidar que todo esto nace de la necesidad de un consumidor (constructor) y de la asesoría comercial – técnica, que reciba por parte del productor de concreto.

La norma mexicana NMX-C-155-ONNCCE-2004 —~~I~~ndustria de la Construcción – Concreto – Concreto Hidráulico Industrializado – Especificaciones”, establece las especificaciones

¹(Münch, 2005 (reimp. 2011)) Escribir la ficha bibliográfica completa

que debe cumplir el concreto hidráulico premezclado, tanto en estado fresco como en estado endurecido, el cual es utilizado como materia prima para la construcción.

Los conocimientos adquiridos durante la formación universitaria de Ingeniero Civil y la experiencia laboral del sustentante en el laboratorio de Pruebas, me han permitido reconocer la importancia de aplicar el ciclo de calidad para el control del producto terminado, de ahí que la hipótesis de la investigación consiste –Contar con un sistema de gestión de calidad con base en la NMX-EC-17025—IMNC-2006 permitirá la acreditación del Laboratorio de Control de Calidad, hipótesis que buscará demostrarse a lo largo del estudio, teniendo como sustento el objetivo general de la investigación de Analizar el sistema de gestión del Laboratorio de Control de Calidad donde se realizan pruebas al Concreto Hidráulico Premezclado en estado fresco y endurecido, en su fase de pruebas de laboratorio, con base en la norma mexicana NMX-EC-17025—IMNC-2006, utilizando métodos normalizados.

El primer capítulo, inicia con la descripción de la situación problemática, es decir, el contexto en el cual se efectúan pruebas al concreto hidráulico premezclado, en específico, haremos mención de los métodos de prueba, para identificar ¿cómo lograr la acreditación al Laboratorio de Control de Calidad?

En el segundo capítulo, se describen los conceptos teóricos básicos del Cemento y del Concreto, incluyendo la Normatividad Internacional y Nacional vigente (ISO, ISO/IEC), (NOM, NMX, etc.). Posteriormente, se abordan los organismos de acreditación, en particular, la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C. (EMA), la cual a través de procesos de evaluación, corrobora y avala la competencia técnica de laboratorios de ensayo, calibración, unidades de verificación y organismos de certificación.

El tercer capítulo corresponde al Sistema de Gestión del laboratorio de pruebas, en éste se realizará una comparación entre lo que establece la normatividad (ISO, ISO/IEC) y las acciones o métodos con los que –el laboratorio” da cumplimiento a las mismas. Incluyendo el análisis de diferentes conceptos teóricos, así como definiciones que la normatividad aplica a cada uno de los conceptos en cuestión.

En el cuarto capítulo, se analizan las inspecciones que se hacen a la materia prima a través del Plan de Calidad y los procesos se aseguran la calidad de estos resultados y por último, a través de técnicas estadísticas se analizan los resultados obtenidos con el fin de satisfacer los criterios de aceptación pactados, los cuales se presentan mediante un ejemplo.

Esta tesis, pretende demostrar que mediante el cumplimiento de la NMX-EC-17025—IMNC-2006 se tiene documentado el proceso de pruebas al Concreto Hidráulico Premezclado en estado fresco y endurecido, garantizando así la calidad del producto terminado; logrando con ello reducir los costos de producción y la satisfacción del cliente.

El control de calidad del producto se traduce en beneficios económicos para la empresa en estudio, ya que le permite ser competitiva en el ámbito nacional e internacional al cumplir con los estándares que establece la NMX-EC-17025—IMNC-2006y, al usuario final le asegurar que el producto cumple con los requisitos legales y reglamentarios requeridos para su uso.

1. LABORATORIO DE PRUEBAS AL CONCRETO HIDRÁULICO PREMEZCLADO

La calidad de un producto
no es lo que pusiste en él.
Es lo que el cliente obtiene por ellos.
Peter Drucker

En este capítulo se describe la situación problemática, es decir, el contexto en el cual se efectúan pruebas al concreto hidráulico premezclado, en específico, haremos mención de los métodos de prueba, para identificar ¿cómo lograr la acreditación al Laboratorio de Control de Calidad? y la metodología empleada para implementar el sistema de gestión de calidad con base en la NMX-EC-17025-IMNC-2006.

El concreto es básicamente la mezcla de dos componentes: agregados y pasta², la pasta está compuesta de cemento Portland y agua, la cual une a los agregados, grava y arena, después del endurecimiento de la pasta producto de la reacción química del cemento con el agua el producto final es una masa muy similar a una roca.

El uso de concreto premezclado tiene muchas ventajas con respecto al concreto preparado en obra, dentro de las cuales podemos mencionar:

- Control de calidad estricto respecto a la materia prima utilizada para la elaboración del concreto premezclado, entre ellos la calidad de los agregados,
- Dosificación necesaria, exacta de los materiales (materia prima) cemento, agregados, aditivos, de acuerdo a su aplicación,
- No invierte tiempo para la fabricación del concreto premezclado, es decir, el cliente recibe el concreto premezclado en el momento que es requerido,
- No requiere mano de obra para su fabricación, es decir, no requiere mano de obra para fabricarlo, el concreto premezclado llega listo para ser utilizado (ser colocado),
- Disponibilidad de suministro las 24 horas del día, los 365 días del año,
- No requiere utilizar espacios de almacenamiento en obra para cemento y agregados,
- Elimina desperdicios y fuga de materiales,
- Asesoría técnica especializada por parte del productor de concreto premezclado,
- Disponibilidad de equipo de bombeo, para colocar el concreto en zonas de difícil acceso ó altas,
- Mejorar el tiempo de suministro, ya que una revolvedora manual (tropa para elaborar mezclas de concreto en obra) tiene una capacidad de ¼ de m³, un camión revolvedor, tiene desde 7m³ de capacidad o mayores (hasta 12 m³ de capacidad),

² *Pasta* podemos encontrar en la bibliografía relacionada con el tema, el término *pasta* ó *lechada*, la cual corresponde a la mezcla de (cemento + agua), en este trabajo solo nos referiremos al término *pasta*.

- Con el suministro de concreto premezclado garantiza una homogeneidad en la mezcla de concreto,
- Control de calidad en cualquier etapa de fabricación del concreto premezclado,
- Entre otras.

El Laboratorio de pruebas al Concreto Hidráulico Premezclado es de vital importancia en las plantas de producción de concreto, debido a que la naturaleza y características de las pruebas permiten con la ayuda de datos la toma de decisiones orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad.

El Concreto Hidráulico es uno de los materiales que con mayor profundidad se estudia en la Ingeniería Civil, por ser de los más utilizados en la mayoría de las construcciones. Su estudio abarca desde la composición química de sus elementos cemento, agua, agregados, aditivos, el diseño de mezcla, la determinación de propiedades en estado fresco, la determinación de propiedades en estado endurecido (propiedades mecánicas), el estudio del comportamiento de elementos para el diseño de sistemas estructurales, entre otros.

Para ello, la empresa cementera cuenta con el Laboratorio de Control de Calidad, cuyas actividades contribuyen de manera importante a la toma de decisiones anticipadas y al cumplimiento de los requisitos de la calidad, utilizando para ello el Sistema de Gestión descrito en su Manual de Calidad de Laboratorio.

1.1. Sistema de Gestión aplicable al Concreto Hidráulico Premezclado

En el Manual de Calidad se establecer el sistema de gestión aplicable al Concreto Hidráulico Premezclado en su fase de —pruebas” de laboratorio, a través de una secuencia lógica de técnicas y actividades de carácter operativo, apoyadas en las Normas Mexicanas en vigor, las cuales incluyen:

1. Muestreo,
2. Manejo,
3. Transporte,
4. Almacenamiento, y
5. Preparación de elementos que serán probados.

Los Laboratorios de Control de Calidad de la empresa cementera cuentan con instalaciones permanentes en las que se llevan a cabo las pruebas. Poseen procedimientos e instrucciones para el uso y operación de todo el equipo relevante y el manejo y preparación de elementos para la realización de pruebas.

Los procedimientos operativos son elaborados con base en la metodología contenida en las Normas NMX³ y Normas ONNCCE⁴ vigentes; sin embargo, cuando se requiere,

³ **Normas Mexicanas NMX**, son elaboradas por un organismo nacional de normalización, o la SE (*Secretaría de Economía*) en la cual se establecen los requisitos mínimos de calidad de los productos y servicios, con el objeto de proteger y orientar a los consumidores. Su aplicación es voluntaria, con excepción de los casos en los que los particulares manifiesten que sus productos, procesos o servicios son conformes con las mismas; cuando en la NOM se requiera la observancia de una NMX para fines determinados.

⁴ **ONNCCE** (*Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.*), Actualmente está acreditado como Organismo nacional de Normalización por la *Secretaría de Economía* (SE) con la aprobación de SEDESOL para el sector de la construcción y como organismo de Certificación de Producto y de Sistemas de Calidad por la (EMA). (Organismo nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C., 2013)

utilizan también normas extranjeras como la ASTM⁵. Por necesidades operativas se tienen registradas desviaciones a los métodos de prueba en los formatos correspondientes y documentados en el Manual de Calidad de Laboratorio.

Los Laboratorios de Control de Calidad, no cuentan con métodos de prueba desarrollados por el personal del mismo. No se utilizan métodos de prueba que no estén normalizados.

La validación de métodos de prueba, está documentada en los registros propios de cada laboratorio que demuestran el cumplimiento con las especificaciones de cada método, así como la competencia técnica para realizarse de manera adecuada de acuerdo a sus instalaciones, equipo y personal.

Para realizar dicha validación, cada laboratorio realiza lo siguiente para cada método de prueba acreditado:

1. Contar con el procedimiento documentado donde se encuentre descrita la forma de ejecutar el método de prueba.
2. Contar con el equipo necesario y especificado en los procedimientos de cada método de prueba según aplique la normatividad de cada laboratorio.
3. Tener la verificación y/o calibración del equipo.
4. Contar con las instalaciones adecuadas para la ejecución de los métodos de prueba,
5. Mantener condiciones ambientales propicias para la ejecución del método de prueba de acuerdo a lo estipulado en la norma técnica aplicable.
6. El personal debe cumplir con el perfil descrito en las descripciones de puesto.
7. El personal que ejecuta los métodos de prueba debe estar capacitado para ejecutar el método de prueba.
8. Contar con pruebas de repetibilidad y reproducibilidad.
9. Contar con la justificación técnica documentada y aceptada en el caso de tener declarada alguna desviación al método⁶ de prueba.

La aplicación del Manual de Calidad de Laboratorio de la empresa cementera es a nivel nacional, para el trabajo que aborda esta tesis, solo se hará referencia a los Métodos de Prueba acreditado al Laboratorio de Control de Calidad de una sola plaza, la cual tiene acreditados los Métodos de Prueba, que a continuación se enlistan:

1. NMX-C-161-1997-ONNCCE Industria de la Construcción-Concreto Fresco-Muestreo.
2. NMX-C-162-ONNCCE-2010 Industria de la Construcción – Concreto – Determinación de la masa unitaria, cálculo del rendimiento y contenido de aire del concreto fresco por el método gravimétrico
3. NMX-C-156-ONNCCE-2010 Industria de la Construcción-Concreto-Determinación del Revenimiento en el Concreto Fresco.

⁵ **ASTM** (American Society for Testing and Materials), líder reconocido a nivel mundial en el desarrollo y entrega de las normas internacionales de consenso voluntario. (ASTM Standards Worldwide - Home, 2013)

⁶ Una **desviación al método** es: Cuando un método está escrito de una forma y se realiza de otra. (entidad mexicana de acreditación, a.c. (ema), 2013)

4. NMX-C-159-ONNCCE-2004 Industria de la Construcción – Concreto - Elaboración y Curado de Especímenes en Laboratorio.
5. NMX-C-160-ONNCCE-2004 Industria de la Construcción-Concreto-Elaboración y Curado en Obra de Especímenes de Concreto.
6. NMX-C-109-ONNCCE-2004 Industria de la Construcción-Concreto –Cabeceo de Especímenes Cilíndricos.
7. NMX-C-083-ONNCCE-2002 Industria de la Construcción-Concreto-Determinación de la Resistencia a la Compresión de Cilindros de Concreto-Método de Prueba.

El alcance del Manual de Calidad comprende a todos los Laboratorios de Control de Calidad de la empresa cementera en la República Mexicana, sus instalaciones, equipo de pruebas, personal involucrado, organización y actividades de “control de calidad internas”.

El acceso al Manual de Calidad es para todo el personal que labora en la empresa cementera especialmente, al personal de los Laboratorios de Control de Calidad, en caso de ser requerido, dicho acceso se permite también al personal designado por la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C. (EMA) y dependencias competentes.

La revisión y actualización está regida a través del procedimiento Control de Documentos y Datos⁷. Cualquier cambio relevante de cada revisión hecha al Manual de Calidad quedará registrado en la portada del mismo. Es de vital importancia aclarar que dichas revisiones se hacen con base en la Norma NMX-EC-17025-IMNC-2006.

El Laboratorio de Control de Calidad lleva a cabo sus actividades de ensayo cumpliendo con los requisitos de la Norma NMX-EC-17025-IMNC-2006, satisfaciendo las necesidades del cliente, autoridades reguladoras y organismos que proporcionan reconocimiento.

El Manual está compuesto básicamente por cinco capítulos que a continuación enlisto:

1. Presentación.
2. Glosario de términos.
3. Generalidades.
4. Requisitos de Gestión.
5. Requisitos Técnicos

Un apartado de anexos, numerados del 1 al 11.

1.2. Metodología

El esquema metodológico empleado en esta investigación es el Ciclo de Mejora Continua de E. W. Deming, integrado por cuatro etapas: Planear, hacer, verificar y actuar. (ver figura No. 1).

⁷ El Objetivo del Procedimiento Control de Documentos y Datos es: Establecer los criterios para la emisión y control de documentos y datos relacionados a la Gestión de la Calidad, Medio Ambiental y de seguridad y salud en el trabajo. Involucrados en el Sistema de Gestión Integral (SGI), manteniéndolos actualizados en las áreas donde se realizan actividades relacionadas con ellos.

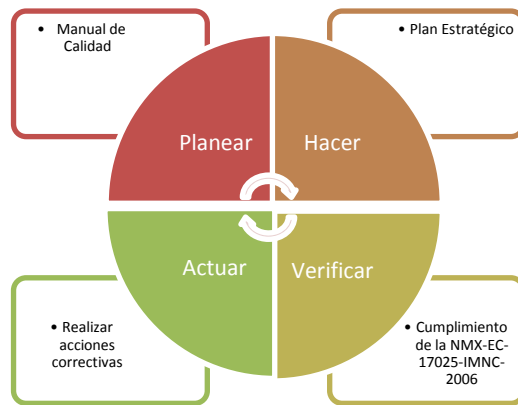


Figura No. 1 Ciclo de Calidad de Edward Deming.

La implementación de este ciclo permiten a la empresas una mejora integral de la competitividad, de los productos y servicios, mejorando continuamente la calidad, reduciendo los precios, incrementando la participación del mercado y aumentado la rentabilidad de una empresa u organización.

Por la naturaleza de la problemática del laboratorio, se seleccionó la metodología del ciclo de calidad de Deming para su estudio, y con base en ella se realizaron los capítulos que integran la presente tesis de la siguiente manera:

- Planear

Debido a que en las plantas se tiene implementado un Sistema de Calidad gestionado a través del —Manual de Gestión Integral” de la propia organización con base en la ISO 9001:2008, y la compatibilidad de esta norma con la norma mexicana 17025:2005, existe evidencia documental que en los Laboratorios de Control de Calidad cumple con los requisitos de ambas normas ó con los requisitos establecidos en cada una de ellas por separado, es por esto, que los dos sistemas ISO 9001:2008 e ISO/IEC 17025:2005 funcionan de manera armoniosa dentro de la organización.

Por este motivo se establecen las actividades del proceso, necesarias para obtener el resultado esperado, en este sentido la empresa cementera tiene establecido un Sistema de Gestión apropiado al alcance de las actividades del laboratorio —Pruebas aplicables al Concreto Hidráulico Premezclado”, con base en la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006, para reconocer la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración para producir datos y resultados técnicamente válidos.

El análisis al Modelo de Gestión, implementado por la empresa cementera y en particular al proceso de Control de Calidad se hará bajo los lineamientos establecidos por la ISO/IEC 17025:2005. Al basar las acciones en el resultado esperado, la exactitud y cumplimiento de las especificaciones a lograr se convierten también en un elemento a mejorar.

- Hacer

Se ejecuta el plan estratégico, lo que contempla: organizar, dirigir, asignar recursos y supervisar la ejecución, mientras se recopilan datos para verificarlos y evaluarlos en los siguientes pasos.

El rol de la planificación estratégica es ~~ter~~ tener una visión estratégica, una visión panorámica de la realidad que nos permita tomar los mejores cursos de acción para cumplir con los grandes intereses de la organización⁸.

La misión, objetivos, planes, de cada área de la organización deben de estar en armonía con las necesidades estratégicas de la misma, motivo por el cual hoy en día la planificación estratégica de las organizaciones está enfocada en ~~pre~~ preparar a las organizaciones para ser receptiva al cambio”, en otras palabras, el desafío de las organizaciones es ser:

1. Flexibles, y
2. Creativas.

Condiciones que les permita ayudar a obtener una visión de los verdaderos intereses y necesidades concretas de la organización para lograr tomar decisiones hoy, siguiendo una dirección clara y definida. Esto obliga a una reformulación permanente ~~flexibilidad~~ y a una planificación estratégica ~~Creatividad~~ periódica que le permita una respuesta y reacción para sobrevivir al medio cambiante que lo rodea.

La empresa cementera tiene determinados los procesos necesarios para el desarrollo del Sistema de Gestión Integral en el Diagrama nombrado Macroproceso⁹.

En el Macroproceso están determinados los procesos necesarios referentes a los rubros de (calidad, seguridad y medio ambiente), a través de toda la empresa cementera necesarios para el Sistema de Gestión Integral.

Dentro del Macroproceso, se encuentran los Procesos sustantivos¹⁰, a través de los cuales la empresa cementera determina la secuencia y la interacción de estos procesos.

Los Procesos sustantivos, a diferencia de otros procesos dentro de la empresa cementera ~~son generadores de valor~~, es decir son procesos que están íntimamente relacionados con la razón de ser de la empresa cementera, son detonados a partir de solicitudes del cliente, con el fin de cumplir ó superar las expectativas del mismo (ver figura No. 2).

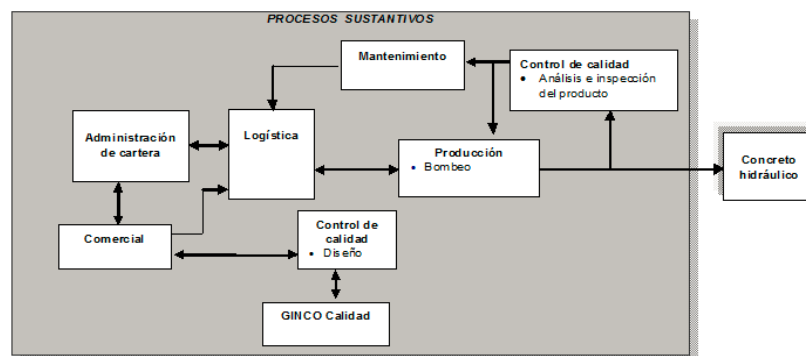


Figura No. 2 Diagrama de Procesos sustantivos de la empresa cementera

8 (Carrasco, 2009) Ficha bibliográfica completa

9 El diagrama denominado "Macroproceso" se presenta como Anexo 1 para su mejor visualización y análisis.

10 Los Procesos sustantivos son aquellos procesos que se relacionan ~~directamente~~ con la razón de ser de la empresa cementera, es decir, los que se ~~detonan~~ a partir de las ~~solicitudes~~ del cliente".

- Verificar

Pasando un periodo previsto de antemano, los datos de control son recopilados y analizados, comparándolos con los requisitos especificados inicialmente, para saber si se ha cumplido y, en su caso, evaluar si se ha producido la mejora esperada.

En otras palabras; dar seguimiento a la implementación y evaluar el plan de ejecución documentando las conclusiones.

- Actuar

Con base en las conclusiones del paso anterior la empresa cementera debe de elegir una opción:

- I. Si se han detectado errores parciales en el paso anterior, realizar un nuevo ciclo PDVA¹¹ con nuevas mejoras.
- II. Si no se han detectado errores relevantes, aplicar a gran escala las modificaciones de los procesos.
- III. Si se han detectado errores insalvables, abandonar las modificaciones de los procesos.
- IV. Documentar el proceso y ofrecer una retroalimentación para la mejora en la fase de planificación.

En particular en este trabajo analizaremos el sistema de gestión implementado en instalaciones —Laboratorio de Pruebas al Concreto Hidráulico Premezclado” donde se verifica a través de métodos normalizados llamados —Pruebas aplicables” al concreto en estado fresco y endurecido industrializado.

El concreto premezclado es un producto integral, ya que en su fabricación están involucrados personal técnico altamente especializado desde su diseño, dosificación, control de calidad, producción, transporte, bombeo, colocación, sin olvidar que todo esto nace de la necesidad de un consumidor (constructor) y de la asesoría comercial – técnica, que reciba por parte del productor de concreto.

Cabe aclarar que la norma NMX-C-155-ONNCCE-2004 —Industria de la Construcción – Concreto – Concreto Hidráulico Industrializado – Especificaciones”, establece las especificaciones que debe cumplir el concreto hidráulico premezclado, tanto en estado fresco como en estado endurecido, el cual es utilizado como materia prima para la construcción.

1.2.1. Objetivos de la Investigación

1.2.1.1. Objetivo General

Con base al planteamiento del problema el objetivo general de este trabajo de tesis consiste en: analizar el sistema de gestión de un Laboratorio de Control de Calidad donde se realizan pruebas al Concreto Hidráulico Premezclado en estado fresco y endurecido, en su fase de pruebas de laboratorio, con base en la norma NMX-EC-17025—IMNC-2006 utilizando métodos normalizados y conforme al alcance de acreditación del propio laboratorio.

¹¹PDVA (del inglés **plan-do-check-act**, esto es, **planificar-hacer-verificar-actual**) o espiral de mejora continua.

1.2.1.2. Objetivos Específicos

Describir las actividades que realiza un Laboratorio, donde se ejecutan pruebas al Concreto Hidráulico Premezclado, en su fase de pruebas de laboratorio.

Establecer los conceptos teóricos del Cemento y del Concreto y de la Normatividad Internacional y Nacional vigente aplicable a un laboratorio donde se efectúan ensayos (pruebas) al Concreto Hidráulico Premezclado en su fase de pruebas de laboratorio.

Comparar las normas NMX-EC-17025-IMNC-2006 y NMX-C-155-ONNCCE-2004 con los Métodos de prueba aplicables al producto terminado.

1.3. Preguntas de la Investigación

¿Cuál es beneficio de contar con la documentación del proceso de pruebas de laboratorio?

¿Qué ventajas tiene una organización al implementar el sistema de gestión de calidad en el Laboratorio de Calidad?

¿Cómo influyen las normas NMX-EC-17025-IMNC-2006 y NMX-C-155-ONNCCE-2004 en el Concreto Hidráulico Premezclado en estado fresco y endurecido?

1.4. Justificación y Viabilidad

El análisis que se realizará en el Laboratorio de Pruebas al Concreto Hidráulico Premezclado permitirá identificar las causas que ocasionan las desviaciones y el incumplimiento del Sistema de Gestión de Calidad, así mismo, permitirá a la empresa cementera tener documentado el proceso del laboratorio para una futura acreditación de acuerdo con la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006, por lo cual se justifica.

Es viable, en virtud de que la empresa cementera cuenta con los recursos financieros, humanos y materiales para la realización de la presente investigación.

1.5. Tipo de Investigación

Inicia como descriptiva al determinar cómo se realizan las pruebas al concreto hidráulico en su fase de pruebas de laboratorio.

1.6. Hipótesis

En virtud de la importancia de aplicar el ciclo de calidad para el control del producto terminado para una empresa productora de concreto y cemento de nivel internacional.

La hipótesis de la investigación es: Contar con un sistema de gestión de calidad con base en la NMX-EC-17025-IMNC-2005 que permite reconocer la competencia del laboratorio de control de calidad para producir datos y resultados técnicamente válidos, y con ello la acreditación del Laboratorio de Control de Calidad conforme al alcance de sus actividades.

1.7. Recopilación de la Información

Se revisarán el Control de Documentos y Datos, el Manual de Calidad con base en la Norma NMX-EC-17025-IMNC-2006. Las actividades del Laboratorio de Control de Calidad en sus pruebas de ensayo para verificar la satisfacción de las necesidades del cliente, autoridades reguladoras y organismos acreditadores.

2. MARCO TEÓRICO

**Calidad significa hacer lo correcto
cuando nadie está mirando.
Henry Ford**

2.1. Introducción.

Este capítulo está integrado por dos partes, la primera corresponde a los conceptos teóricos del cemento y del concreto. La segunda, corresponde a las normas de calidad vinculadas a la industria del cemento a nivel nacional e internacional.

2.2. Cemento

—Es un material inorgánico calcinado y finamente pulverizado, comúnmente conocido como cemento, que al agregarle agua, ya sea solo o mezclado con arena, grava, asbesto u otros materiales similares, tiene la propiedad de fraguar y endurecer, incluso bajo el agua, en virtud de reacciones químicas durante la hidratación y que, una vez endurecido, conserva su resistencia y estabilidad.”¹²

El desarrollo del cemento Portland¹³ es el resultado de la investigación de la ciencia y la industria para producir un cemento natural de calidad superior.

La invención del cemento Portland se le atribuye a Joseph Aspdin¹⁴ un albañil inglés. Aspdin fue el primero en prescribir una fórmula para el cemento Portland y el primero en patentarlo.

I.C. Johnson de White and Sons, Swanscombe, afirmó que había —quemado el cemento crudo con una temperatura extraordinariamente alta hasta que la masa casi de vitrificó”, produciendo un cemento Portland como ahora lo conocemos.

El cemento Portland se produce por la pulverización de clínker¹⁵ el cual consiste principalmente en silicatos de calcio hidráulicos, el clínker también contiene algunos aluminatos de calcio y ferroaluminatos de calcio y unas o más formas de sulfato de calcio (yeso), las cuales se muelen conjuntamente con el clínker para la fabricación del cemento Portland.

Las materias primas se transportan de la cantera, se trituran, se muelen y se dosifican de tal manera que la harina resultante tenga la composición deseada. La harina cruda es una mezcla generalmente de material calcáreo (carbonato de calcio), tal como la caliza¹⁶ y

12 (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C. , 2013)

13 Portland piedra de cantera de la isla de Portland (que inspiró el nombre del cemento Portland.), pues producía un concreto con color semejante a la caliza natural que se explotaba en la isla de Portland en el Canal de la Mancha. (Steven H. Kosmatka, 2004)

14 Joseph Aspdin (Diciembre? De 1778 – 20 de marzo de 1885) fue un fabricante de cemento, británico, que obtuvo la patente del cemento Portland el 21 de octubre de 1824.

15 Clínker se forma tras calcinar caliza y arcilla a una temperatura que está entre 1350 y 1450 °C. El Clínker es el producto del horno que se muele para fabricar cemento Portland.

16 La norma mexicana establece como definición de caliza un material de naturaleza inorgánica y origen mineral carbonatado, principalmente carbono de calcio utilizado para mejorar las propiedades y el comportamiento del cemento. (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C., 2004)

material arcilloso (sílice y alúmina) tal como la arcilla, pizarra (esquisto) o escoria de alto horno. La fabricación del cemento se puede realizar por vía húmeda y por vía seca, en general los dos procesos son muy similares.

Después del mezclado, se alimenta la materia prima molida, en la parte superior de un horno, éste tiene controlado la velocidad de rotación e inclinación forzando a llegar a la materia prima al fondo del horno, donde las temperaturas oscilan entre 1350°C y 1450°C, que cambian químicamente al material crudo dando origen al Clínker, el cual adopta forma esférica de color gris con tamaño predominante de una pelota de golf.

Después de que el Clínker se enfría, se pulveriza, durante esta operación se le adiciona una pequeña cantidad de yeso, esto con el fin de controlar el tiempo de fraguado del cemento y para mejorar las propiedades de contracción (retracción) y el desarrollo de resistencia. El Clínker es molido tan fino que puede pasar casi completamente, a través de un tamiz de 45 micrómetros (malla No. 325). Teniendo como producto final el cemento Portland.

2.2.1. Compuestos químicos e hidratación del cemento Portland

Durante la fabricación del clínker de cemento Portland, y en particular durante la calcinación, el calcio al combinarse con otros compuestos de la mezcla cruda forman cuatro compuestos principales, los cuales corresponden al 90 % de la masa del cemento

- I. C₃S = silicato tricálcico (alita), constituye el 50 % al 70 %
- II. C₂S = silicato dicálcico (belita), constituye del 15 % al 30 %
- III. C₃A = aluminato tricálcico, constituye del 5 % al 10 %
- IV. C₄AF = ferrita aluminato tetracálcico constituye del 5 % 15 %

En presencia de agua, estos compuestos se —hidratan” (se combinan químicamente con el agua) para formar nuevos compuestos, los cuales al final son la infraestructura de la pasta del cemento endurecida en el concreto.

Los silicatos de calcio (C₃S y C₂S), se hidratan para formar los compuestos de hidróxido de calcio y silicato de calcio hidratado. El cemento Portland hidratado contiene del 15% al 25% de hidróxido de calcio y aproximadamente 50% de silicato de calcio hidratada, en masa.

La resistencia y otras propiedades del cemento hidratado se deben principalmente al silicato de calcio hidratado.

Los compuestos principales del cemento tienen las siguientes propiedades:

- I. C₃S (silicato tricálcico) se hidrata y se endurece rápidamente y es el responsable en gran parte, por el inicio del fraguado y la resistencia temprana. En general, la resistencia temprana del concreto de cemento Portland es mayor, cuando el porcentaje de C₃S (silicato tricálcico) aumenta.
- II. C₂S (silicato dicálcico) se hidrata y endurece lentamente y contribuye grandemente para el aumento de resistencia en edades más allá de una semana.
- III. C₃A (aluminato tricálcico), es el responsable de liberar una gran cantidad de calor durante los primeros días de hidratación y endurecimiento. También contribuye un poco para el desarrollo de las resistencias tempranas. Los cementos con bajos porcentajes de C₃A (aluminato tricálcico) resisten mejores a los suelos y aguas con sulfatos.

- IV. C_4AF (ferrita aluminato tetracálcico), es el producto resultante del uso de las materias primas de hierro y aluminio para la reducción de la temperatura de clinkerización¹⁷ durante la fabricación del cemento. Este compuesto contribuye muy poco para la resistencia. La mayoría de los efectos de color para la producción del cemento gris se deben al C_3A (aluminato tricálcico), y sus hidratos
- V. Sulfato de Calcio, como anhidrita (sulfato de calcio anhídrido), yeso (sulfato de calcio dihidratado) o hemidrato, se adiciona al cemento durante la molienda final ofreciendo sulfato para la reacción con el C_3A (aluminato tricálcico) y la formación de etringita (trisulfoaluminato de calcio). esto controla la hidratación del C_3A (aluminato tricálcico). Sin sulfato, el fraguado del cemento sería rápido. Además del control de fraguado y del desarrollo de resistencia, el sulfato ayuda también a controlar la contracción (retracción) por secado y puede influenciar la resistencia hasta 28 días.

2.2.2. Cemento Ficha Técnica

La norma NMX-C-414-ONNCCE-2004 "Industria de la construcción – Cementos Hidráulicos – Especificaciones y métodos de prueba". Es aplicable a los cementos hidráulicos que se producen y se comercializan en México, la cual mantiene el criterio de clasificación por su desempeño, en lugar de ubicarlos por sus características químicas con el fin de facilitar la interpretación de los tipos de cemento al consumidor, es decir, la norma actual vigente los clasifica conforme a la resistencia y características especiales, y a continuación se presenta la ficha técnica correspondiente a esta norma mexicana (Ver Tabla No.1).

NOMBRE GENÉRICO DEL PRODUCTO:		CEMENTO HIDRÁULICO	
NORMA:		NMC-C-414-ONNCCE-2004 "Industria de la construcción - Cementos Hidráulicos - Especificaciones y Métodos de Prueba"	
DEFINICIÓN:			
Es un material inorgánico finamente pulverizado, comúnmente conocido como cemento, que al agregarle agua, ya sea solo o mezclado con arena, grava, asbesto u otros materiales similares, tiene la propiedad de fraguar y endurecer, incluso bajo el agua, en virtud de reacciones químicas durante la hidratación y que, una vez endurecido, conserva su resistencia y estabilidad.			
OBJETIVO:			
Esta norma establece las especificaciones y métodos de prueba aplicables a los diversos tipos de cemento hidráulico de fabricación nacional o extranjera que se destinen a los consumidores en México.			
ESPECIFICACIÓN GENERAL			
Tipo	Denominación	Clase resistente	Características especiales.
CPO	Cemento Portland Ordinario	20	Cemento Portland Puzolánico

¹⁷ Clinkerización = (cocción)

CPP	Cemento Portland Puzolánico	30	Cemento Portland con Escoria Granulado de Alto Horno
CPEG	Cemento Portland con Escoria Granulado de Alto Horno	CPC	Cemento Portland Compuesto
CPC	Cemento Portland Compuesto	40	Cemento Portland con Humo de Sílice
CPS	Cemento Portland con Humo de Sílice	*CEG	Cemento con Escoria Granulada de Alto Horno
*CEG	Cemento con Escoria Granulada de Alto Horno	---	---

Según las necesidades del proyecto, los cementos pueden requerir de una o más características especiales.

ESPECIFICACIONES FÍSICAS

NMX-C-061-ONNCCE

Determinación de la resistencia a compresión de cementantes hidráulicos.
Se refiere a la resistencia a compresión a 28 días.

CARACTERÍSTICAS ESPECIALES:

Cuando se requiera que algún cemento tenga alguna característica especial, este debe cumplir las siguientes especificaciones indicadas a continuación.
Métodos para determinar las características especiales de los cementos hidráulicos.

NMX-C-418-ONNCCE

Determinación del cambio de longitud de morteros con cemento hidráulico expuesto a una solución de sulfato de sodio

NMX-C-180-ONNCCE

Determinación de la reactividad potencial de los agregados con los álcalis de cementantes hidráulicos por medio de barras de mortero.

NMX-C-151-ONNCCE

Industria de la Construcción - Cementos Hidráulicos - Determinación del calor de hidratación.

MUESTREO

Para llevar a cabo un muestreo con los métodos de prueba se debe consultar la norma NMX-C-414-ONNCCE en su capítulo 7 hace referencia al procedimiento de muestreo, tipos y tamaños de muestras: de cementos envasados, cementos a granel (muestreo de tolvas o camiones), embarque sencillo, embarques múltiples, homogeneización.

NMX-C-273-ONNCCE	Determinación de la actividad hidráulica de las adiciones con cemento portland ordinario.
NMX-C-059-ONNCCE	Industria de la Construcción - Cementos Hidráulicos - Determinación de tiempos de fraguado de cementantes hidráulicos (Método VICAT)
NMX-C-062-ONNCCE	Método de prueba para determinar la sanidad de cementantes hidráulicos.
NMX-C-131-ONNCCE	Determinación del análisis químico de cementos hidráulicos.
NMX-C-185-ONNCCE	Determinación de la expansión de barras de mortero de cemento sumergidas en agua.
NMX-C-056-ONNCCE	Determinación de la finura de los cementantes hidráulicos (Método de permeabilidad al aire)
NMX-C-057-ONNCCE	Industria de la Construcción - Cementantes Hidráulicos - determinación de la consistencia normal.
NMX-C-049-ONNCCE	Método de prueba para la determinación de la finura de los cementantes hidráulicos mediante el tamiz 130 (mm)
APÉNDICE A	
Método de prueba para determinar la blancura de los cementos hidráulicos.	
APÉNDICE B	
Procedimiento para la determinación de carbonatos totales.	
APÉNDICE C	
Recomendación para la selección de cementos.	

Tabla No. 1 Ficha Técnica especificaciones a cumplir por el Cemento Hidráulico¹⁸.

Dentro del desempeño de estos productos (tipos de cemento), la cualidad más requerida en la mayoría de los casos es la resistencia mecánica a compresión por lo que en la norma se conserva la designación de cinco clases resistentes, además de definir las características especiales de los cementos:

- Resistencia a sulfatos, Son aquellos que por su comportamiento cumplen con los requisitos de expansión limitada, de acuerdo con el método de prueba establecido.
- Baja reactividad álcali agregado, son aquellos que cumplen con el requisito de expansión limitada en la reacción álcali agregado, de acuerdo con el método de prueba establecido.

¹⁸ (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C., 2004)

- Bajo calor de hidratación, son aquellos que desarrollan un calor de hidratación igual o inferior al especificado en la norma mexicana NMX-C-414-ONNCCE-2004.
- Blancura (cementos blancos), son todos aquellos cementos cuyo índice de blancura debe ser igual o superior al valor de referencia de la norma mexicana NMX-C-414-ONNCCE-2004.

Conforme a la denominación los cementos hidráulicos:

- Cemento Portland Ordinario CPO, es el cemento producido a base de la molienda de clínker Portland y usualmente sulfato de calcio. este cemento es un cemento para uso general, empleado cuando no sean necesarias propiedades especiales.
- Cemento Portland Puzolánico CPP, es el cemento que resulta de la integración de clínker Portland, materiales Puzolánico y sulfato de calcio. este cemento es utilizado en construcciones que no sean requeridas altas resistencias iniciales
- Cemento Portland con Escoria Granulada de Alto Horno CPEG, este cemento es el resultante de la integración de clínker Portland, (escoria granulada de alto horno¹⁹) y sulfato de calcio.
- Cemento Portland Compuesto CPC, es el cemento que resulta de la integración de clínker Portland, sulfato de calcio, y una mezcla de materiales Puzolánico, escoria de alto horno y caliza. En el caso de la caliza, este puede ser componente único.
- Cemento Portland con Humo de Sílice CPS, es el cemento que resulta de la integración de clínker Portland, (humo de sílice²⁰) y sulfato de calcio.

En conclusión, los cementos se deben clasificar, por el tipo y la clase resistente (Designación Normalizada).

Todas las demás especificaciones y métodos de ensaye (prueba) de los cementos se encuentran en la norma mexicana NMX-C-414-ONNCCE-2004.

2.3. Concreto

El concreto es básicamente la mezcla de dos componentes: agregados y pasta²¹, la pasta está compuesta de cemento Portland y agua, la cual une a los agregados, grava y arena, después del endurecimiento de la pasta producto de la reacción química del cemento con el agua el producto final es una masa muy similar a una roca.

En el apartado anterior se describieron las características del cemento, corresponde ahora a los componentes del concreto, iniciando con una breve descripción de las proporciones en volúmenes absolutos de cada uno de los materiales que componen el concreto, los cuales se encuentran en una mezcla típica (Ver Figura No.3).

- Concreto = PASTA + AGREGADOS + ADITIVOS

En el mismo orden trataremos de explicar en qué consisten cada uno de los términos de la igualdad, arriba expuesta.

¹⁹ **Escoria granulada de alto horno**, es el subproducto no metálico constituido esencialmente por silicatos y aluminosilicatos cálcicos, que se obtienen por el enfriamiento brusco con agua o vapor y aire, del residuo que se produce simultáneamente con la fusión de minerales de hierro en el alto horno.

²⁰ **Humo de sílice**, es un material Puzolánico muy fino, compuesto principalmente de sílice amorfa, que es un subproducto de la fabricación de silicio o aleaciones de ferro-silicio con arco eléctrico (también conocido como humo de sílice condensado o microsílíce).

²¹ **Pasta** podemos encontrar en la bibliografía relacionada con el tema, el término **pasta** ó **lechada**, la cual corresponde a la mezcla de **(cemento + agua)**, en este trabajo solo nos referiremos al término **pasta**.

- Pasta = CEMENTO + AGUA, constituye aproximadamente del 25% hasta el 40% del volumen total,
- Agregados = GRAVA + ARENA, constituyen aproximadamente entre el 60% al 75% del volumen total,
- Aditivos²²

Quedando la igualdad arriba escrita, de la siguiente forma:

- Concreto = CEMENTO + AGUA + GRAVA + ARENA + ADITIVOS

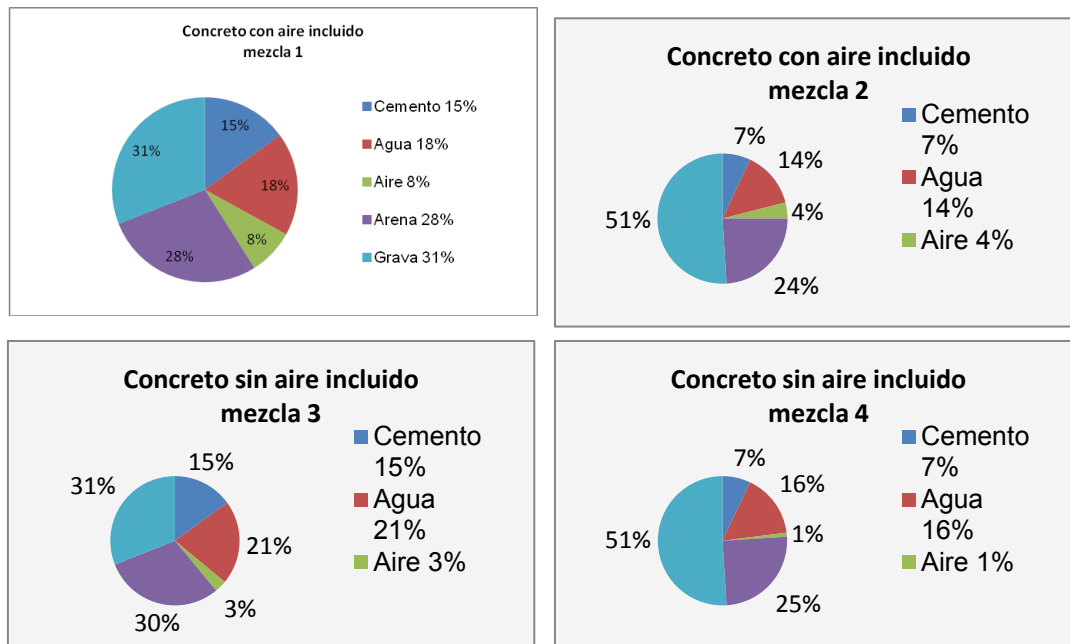


Figura 3.- Variaciones de las proporciones usadas en mezclas típicas de concreto²³.

En resumen, el concreto es una mezcla de cemento (tipo Portland), agua y agregados. La cantidad de cemento que se dosifica al concreto premezclado está ligada al uso específico que se le va a dar, es decir, el uso que tendrá el elemento de concreto en una estructura por ejemplo, cimentaciones, banquetas, guarniciones, columnas, losas, pilotes, etc., al concreto premezclado se le agregan aditivos con el fin de modificar la consistencia, contenidos de aire, reducir las relaciones agua/cemento, etc., cumpliendo así con la normatividad aplicable y las necesidades del cliente.

El uso de concreto premezclado tiene muchas ventajas con respecto al concreto preparado en obra, dentro de las cuales podemos mencionar:

- Control de calidad estricto respecto a la materia prima utilizada para la elaboración del concreto premezclado, entre ellos la calidad de los agregados,
- Dosificación necesaria, exacta de los materiales (materia prima) cemento, agregados, aditivos, de acuerdo a su aplicación,

²² Los aditivos son aquellos ingredientes del concreto que, se adicionan a la mezcla los cuales se pueden clasificar como sigue según sus funciones: *incluidores de aire, reductores de agua, plastificantes (fluidificantes), acelerantes, retardantes, controladores de hidratación, inhibidores de corrosión, reductores de retracción, Inhibidores de reacción álcali – agregado, colorantes, entre otros.* (Steven H. Kosmatka, 2004)

²³ (Steven H. Kosmatka, 2004)

- No invierte tiempo para la fabricación del concreto premezclado, es decir, el cliente recibe el concreto premezclado en el momento que es requerido,
- No requiere mano de obra para su fabricación, es decir, no requiere mano de obra para fabricarlo, el concreto premezclado llega listo para ser utilizado (ser colocado),
- Disponibilidad de suministro las 24 horas del día, los 365 días del año,
- No requiere utilizar espacios de almacenamiento en obra para cemento y agregados,
- Elimina desperdicios y fuga de materiales,
- Asesoría técnica especializada por parte del productor de concreto premezclado,
- Disponibilidad de equipo de bombeo, para colocar el concreto en zonas de difícil acceso ó altas,
- Mejorar el tiempo de suministro, ya que una revolvedora manual (tropa para elaborar mezclas de concreto en obra) tiene una capacidad de $\frac{1}{4}$ de m³, un camión revolvedor, tiene desde 7m³ de capacidad o mayores (hasta 12 m³ de capacidad),
- Con el suministro de concreto premezclado garantiza una homogeneidad en la mezcla de concreto,
- Control de calidad en cualquier etapa de fabricación del concreto premezclado,
- Entre otras.

El concreto premezclado es un producto integral, ya que en la fabricación de este están involucrados personal técnico altamente especializado desde su diseño, dosificación, control de calidad de producción, transporte, bombeo, colocación, sin olvidar que todo esto nace de la necesidad de un consumidor (constructor) y de la asesoría comercial – técnica, que reciba por parte del productor de concreto.

2.3.1. Concreto Hidráulico Premezclado - Industrializado

El concreto normal es un material premezclado, de resistencia controlada, esta mezcla está compuesta por cemento Portland, grava, arena, agua y aditivos. Se diseña como un material de resistencia a la compresión a 28 días y de peso volumétrico normal y que por su calidad cumple con la norma NMX-C-155 —Concreto Hidráulico – Especificaciones”.

La norma mexicana NMX-C-155-ONNCCE-2004 —Industria de la Construcción – Concreto – Concreto Hidráulico Industrializado – Especificaciones”, es quien establece las especificaciones que debe cumplir el concreto hidráulico premezclado, tanto en estado fresco como en estado endurecido, el cual es utilizado como materia prima para la construcción.

2.3.2. Concreto Ficha Técnica

A continuación, se presenta la “ficha técnica” esta tiene el propósito de presentar a manera de resumen, las características y especificaciones que por norma debe de cumplir el concreto hidráulico premezclado industrializado en estado fresco, en estado endurecido (Ver tabla 2).

NOMBRE GENÉRICO DEL PRODUCTO:	CONCRETO - CONCRETO HIDRÁULICO INDUSTRIALIZADO
NORMA:	NMC-C-155-ONNCCE-2004 "Industria de la Construcción - Concreto - Concreto Hidráulico Industrializado-Especificaciones.
DEFINICIÓN: Es el concreto hidráulico elaborado en planta, ya sea fuera o en el sitio de utilización, dosificado según se indica en 4.19, en donde el productor y el usuario generalmente son personas distintas, físicas o morales, y donde puede existir un contratado de compra venta del producto.	
OBJETIVO: Esta norma mexicana establece las especificaciones que debe cumplir el concreto hidráulico fresco y endurecido; el cual es utilizado como materia para construcción y es entregado en estado fresco a pie de obra. Campo de aplicación: Esta norma mexicana es aplicable al concreto hidráulico industrializado o hecho en obra por medios mecánicos para uso en la construcción.	
ESPECIFICACIONES:	
MATERIALES COMPONENTES:	DEBE CUMPLIR CON LAS CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES DESCREITAS EN LA NORMA:
Cemento hidráulico	NMX-C-414-ONNCCE
Agregados	NMX-C-111-ONNCCE
Agua de mezclado	NMX-C-122-ONNCCE
Aditivos	NMX-C-255-ONNCCE
Adicionantes	NMX-C-146-ONNCCE
REQUISITOS DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO	
Revenimiento	NMX-C-156-ONNCCE (prueba acreditada)
Masa Unitaria	NMX-C-162-ONNCCE (prueba acreditada)
Temperatura del concreto	NMX-C-435-ONNCCE

Tamaño máximo del agregado	NMX-C-111-ONNCCE
Volumen	NMX-C-162-ONNCCE (prueba acreditada)
Aire incluido	NMX-C-157-ONNCCE NMX-C-158-ONNCCE NMX-C-162-ONNCCE (prueba acreditada)
REQUISITOS DE CONCRETO COMPLEMENTARIAS:	
Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto	NMX-C-160-ONNCCE (prueba acreditada)
Concreto fresco - muestreo	NMX-C-161-ONNCCE (prueba acreditada)
Determinación de cabeceo de especímenes	NMX-C-109-ONNCCE (prueba acreditada)
REQUISITOS DE CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO	
Resistencia a compresión	NMX-C-083-ONNCCE (prueba acreditada)
Módulo de elasticidad	NMX-C-128-ONNCCE
Ensaye de núcleos	NMX-C-169-ONNCCE
Durabilidad	NMX-C-403-ONNCCE

Tabla No. 2 Ficha Técnica especificaciones a cumplir por el Concreto Hidráulico Industrializado²⁴.

²⁴ (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C., 2004)

2.4. Normatividad Internacional

Los sistemas y normas internacionales tienen por objetivo el unificar criterios de calidad para ser aplicadas como un modelo único.

Uno de los factores esenciales en el funcionamiento de cualquier organización es la calidad de sus productos y servicios, existiendo una tendencia mundial por parte de los clientes hacia requisitos más exigentes respecto a la calidad. Al mismo tiempo se está produciendo una profunda toma de conciencia por parte de las organizaciones, en el sentido de que para obtener de forma continua buenos rendimientos económicos, es necesario mejorar la calidad de forma sistemática, con el fin de que la organización sea reconocida por la calidad de sus productos o servicios.

Para que una organización sea reconocida por la calidad de sus productos y servicios por parte de los consumidores, tiene que funcionar con eficacia, con una metodología y un sistema de gestión dentro de un marco de una normatividad que de garantía al usuario.

Recordemos que cuando se crea un producto o un servicio se hace para satisfacer las necesidades y requisitos de los clientes, generalmente, estos requisitos se traducen en especificaciones técnicas, mismas que por sí solas, estas especificaciones técnicas no pueden garantizar que se cumplirán de manera efectiva. Ello ha llevado al desarrollo de normas internacionales de sistemas de calidad que contemplen los requisitos establecidos en las especificaciones técnicas del producto o servicio.

El objetivo de estas normas internacionales es para que las organizaciones se rijan por unos principios de organización (gestión) que permitan dar estabilidad dentro de las organizaciones, en las transacciones comerciales y en la sociedad.

Por último, los sistemas de calidad no son un capricho, son una imperiosa necesidad para lograr una cierta estabilidad económica y social, y por ende, la satisfacción del cliente garantiza la continuidad de las operaciones de las organizaciones.

2.4.1. Organización Internacional de Estandarización (ISO)

La historia de ISO comienza en 1946 cuando los delegados de 25 países deciden crear una nueva organización internacional con el objetivo de “facilitar la coordinación internacional y la unificación de las normas industriales²⁵.” fue hasta febrero de 1947, cuando oficialmente inició sus operaciones.

Desarrolla normas internacionales, abarcando casi todos los aspectos de la tecnología y los negocios, de la seguridad alimentaria a las computadoras y de la agricultura a la atención médica.

Es una organización independiente, no gubernamental, integrada por miembros de 161 países y 3,368 cuerpos técnicos quienes toman el cuidado técnico en el desarrollo de normas. Cuenta con una Secretaría General que coordina el sistema localizada en Ginebra Suiza.

La ISO es “un documento que establece los requisitos, especificaciones, directrices o características que se pueden usar de manera constante para garantizar que los materiales, productos y servicios son adecuados para su propósito²⁶”

²⁵ (ISO, 2013)

²⁶ (ISO, 2013)

La función de las normas ISO es garantizar, productos y servicios seguros fiables y de buena calidad, los beneficios de los productos y servicios desarrollados al amparo de las normas ISO.

Para las empresas, son una herramienta estratégica que reducen los costos de producción al minimizar los residuos y los errores y aumentar la productividad, ayudando a las empresas a acceder a nuevos mercados, haciendo equitativo la competencia de las empresas en países en desarrollo y en general facilitar el comercio global.

2.4.1.1. Desarrollo de los Estándares

Una norma ISO es desarrollada por un grupo de expertos técnicos, una vez que nace la necesidad de establecer un nuevo estándar (nueva norma), este grupo de expertos se reúne para discutir y negociar un proyecto de norma. Tan pronto como el proyecto de norma ha sido desarrollado, se comparte con los miembros de ISO (Organismos nacionales de normalización²⁷) en cada país, a quien se les pide que comenten y hagan sus votaciones en torno al proyecto de norma, si se logra un consenso, el proyecto de norma se convierte en una norma ISO.

El Consejo está integrado por 20 organismos miembros de ISO, entre ellos, se encuentran los Presidentes de los comités como lo son CASCO²⁸, COPOLCO²⁹, DEVCO³⁰, quienes son los responsables del desarrollo de Políticas.

La gestión de los trabajos técnicos está a cargo del Consejo de Gestión Técnica. Este organismo está encargado de las comisiones técnicas quienes se encargan del asesoramiento estratégico en cuestiones técnicas.

2.4.1.2. Principios Clave en la Elaboración de Estándares

Responde a requerimientos provenientes de la industria u otras partes interesadas, ISO no decide cuándo debe desarrollarse una nueva norma, es decir, cualquier sector de la industria le comunica la necesidad de una norma a su miembro nacional el cual se pone en contacto con ISO. Se basan en la opinión de expertos mundiales.

Son desarrolladas por grupos de expertos de todo el mundo, que a la vez son parte de grupos llamados comités técnicos. Este grupo de expertos negocian todos los aspectos de la norma, incluyendo su ámbito de aplicación, definiciones clave y contenido.

Las normas ISO se desarrollan a través de un proceso de múltiples partes interesadas, que consiste en la suma de:

**Comités técnicos + Asociaciones de consumidores + Académicos +
Organizaciones no gubernamentales + Organizaciones gubernamentales**

²⁷ ISO trabaja a través de una red de organismos nacionales de normalización, estos organismos nacionales forman la membresía ISO y cada una de ellas, representa a ISO en sus respectivos países.

²⁸ **CASCO**.- Proporciona evaluación sobre la evaluación de la conformidad. Es el comité de ISO que trabaja en asuntos relacionados con la evaluación de la conformidad, desarrolla políticas y publica normas relacionados con la evaluación de la conformidad. (ISO, 2013)

²⁹ **COPOLCO**.- Proporciona orientación sobre temas de consumo. (ISO, 2013)

³⁰ **DEVCO**.- Proporciona orientación sobre cuestiones relacionadas con los países en vías de desarrollo. (ISO, 2013)

Se realizan con base en el consenso de los participantes.

El desarrollo de las normas ISO es un enfoque basado en consenso, es decir, los comentarios de todas las partes interesadas son tomados en cuenta.

2.4.2. Normas del Sistema de Gestión

Las normas de Sistema de Gestión son las que: —Proporcionan un modelo a seguir para la creación y operación de un Sistema de Gestión³¹” Por lo tanto, mediante la aplicación de una norma de sistema de gestión, las empresas pueden beneficiarse de la experiencia global y buenas prácticas.

Estas normas, como cualquier norma ISO pueden ser implementadas en cualquier organización, independientemente del tamaño y número de personas que integran estas, cualquiera que sea el producto, servicio que ofrezcan y con total independencia de su actividad.

Todas las normas ISO de Sistema de Gestión están basadas en el principio de —mejora continua”.

2.4.3. Normas de apoyo a ISO 9000

La familia ISO aborda diversos aspectos de la gestión de la calidad. Las normas —proporcionan orientación y herramientas” para las empresas y organizaciones que quieran asegurarse de que sus productos y servicios cumplen consistentemente con los requerimientos del cliente, y que la calidad se mejora continuamente.³²

- ISO 9000:2005 Sistemas de gestión de la calidad – Fundamentos y vocabulario.
- ISO 9001:2008 norma que establece los requisitos de un sistema de gestión de la calidad.
- ISO 9000:2005 cubre los conceptos básicos y el lenguaje.
- ISO 9004:2009 se centra en cómo hacer un sistema de gestión de calidad más eficiente y eficaz.
- ISO 19011:2011 establece orientaciones sobre las auditorías internas y externas de los sistemas de gestión de calidad.

De las normas enlistadas, es importante mencionar que la norma ISO 9001:2008 es la única de la familia que se puede certificar.

Esta norma se basa en una serie de principios de gestión de calidad que a continuación se presentan:

1. Una fuerte orientación al cliente,
2. Liderazgo,
3. Participación del personal,
4. Un enfoque basado en procesos,
5. Enfoque de sistema para la gestión,
6. Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones,

³¹ (ISO, 2013)

³² (ISO, 2013) Escribir la ficha bibliográfica completa

7. Relaciones de beneficio mutuo.

Para mayor información, estos principios se explican con más detalle en los principios de gestión de calidad ISO³³, este documento presenta los ocho principios de gestión de la calidad en los sistemas de gestión de normas de calidad de la serie ISO 9000. Estos ocho principios deben ser utilizados por la alta dirección³⁴ para guiar a sus organizaciones hacia un mejor desempeño. Dichos principios se derivan de la experiencia colectiva y el conocimiento de los expertos internacionales que participan en el comité ISO/TC 176³⁵ (GRUPO INLAC S.C., 2015), comité responsable del desarrollo y mantenimiento de las normas ISO 9000 en los temas relacionados con el aseguramiento de la calidad y sistemas de gestión de ISO.

En resumen, ISO es una norma utilizada universalmente en organizaciones de servicio y fabricación para evaluar sus sistemas de administración de calidad de sus productos o sistemas.

La certificación de los sistemas de administración de la calidad de una organización de acuerdo a ISO 9001 tiene como propósito la confirmación del cumplimiento del sistema de administración, pero No evalúa específicamente la competencia técnica de un laboratorio.

2.4.4. ISO/IEC 17025

La Comisión Electrotécnica Internacional (CEI ó IEC por sus siglas en inglés) IEC (International Electrotechnical Commission),³⁶ es la organización líder en el mundo para la preparación y la publicación de normas internacionales para todas las tecnologías eléctricas, electrónicas y relacionadas, esto es conocido colectivamente como —electrotécnica—. En otras palabras, es una organización de normalización en los campos eléctrico, electrónico y tecnologías relacionadas.

La IEC es una organización sin fines de lucro, no gubernamental. Fundada en 1906 con sede en Ginebra Suiza (sede desde que fue trasladada de Londres en 1948). A la IEC se le debe el desarrollo y difusión de los estándares de algunas unidades de medida, particularmente el gauss³⁷, entre otras.

IEC proporciona una plataforma para las empresas, la industria y los gobiernos de encuentro, discusión y desarrollo de normas internacionales que requieren.

Todas las Normas Internacionales IEC son absolutamente basadas en el conceso internacional con el fin de poder representar a todas las partes interesadas de todos los países que participan en el trabajo de IEC. Los miembros de IEC son los (National Committees (NC))³⁸ por sus siglas en ingles, representados a través de expertos y

33 (ISO, 2013)

34Alta dirección: Persona o grupo de personas que dirigen y controlan al más alto nivel una organización.

35El Comité ISO/TC 176 es el grupo responsable de desarrollar, emitir y difundir los documentos ISO sobre Gestión de la Calidad. Entre las Normas que desarrolla este Comité se encuentra la serie ISO 9000.

36 Comisión Electrotécnica Internacional)

37 **gauss** (G), es la unidad de *campo magnético* del *Sistema Cegesimal de Unidades (CGS)*, nombrada en honor del matemático y físico alemán *Carl Friedrich Gauss*. (Wikipedia, la enciclopedia libre, 2013)

38 Comités Nacionales. El correspondiente a México:

IEC NationalCommittee of Mexico, DIRECCION GENERAL DE NORMAS
Normalización Internacional Comité Electrotécnico Mexicano (CEM/IEC)
Av. Puente de Tecamachalco No. 6
Col. Lomas de Tecamachalco Secc. Fuentes
MX-53950 NAUCALPAN DE JUAREZ, EDO DE MEXICO
Mexico.

delegados provenientes de la industria, gobierno, asociaciones e instituciones académicas, quienes participan en el trabajo de evaluación técnica y la conformidad de la IEC.

Miembros de la IEC, son los Comités Nacionales (National Committees (NC)), de los cuales solo puede haber uno por país. Las personas que participan en el trabajo de la IEC a través de los Comités Nacionales son los expertos técnicos³⁹ y delegados⁴⁰.

La Misión de IEC es promover entre sus miembros la cooperación internacional en todas las áreas de normalización electrotécnica.

Como respuesta a sus —~~Valores~~”, —promueve el comercio mundial, el crecimiento económico y el desarrollo de productos, sistemas y servicios que son seguros, eficientes y ambientalmente amigables”.

2.4.4.1. Principios Clave en la Elaboración de Estándares IEC

IEC reconoce como —~~N~~ormas Internacionales” (IS), por sus siglas en inglés un: —~~D~~ocumento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que proporciona, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para actividades o sus resultados, encaminadas al logro del grado óptimo de orden en un contexto dado.”

Una Norma Internacional es una norma adoptada por una organización internacional de normalización y puesta a disposición del público. La definición que se le da en todas las normas IEC es la siguiente:

—~~D~~ documento normativo, elaborado de acuerdo con los procedimientos de —~~con~~senso”, que ha sido aprobado por los miembros del Comité Nacional de IEC de la comisión competente, de conformidad con la (Parte 1 de las directivas ISO/IEC)⁴¹.”⁴²

Básicamente en esta Parte 1 de las directivas ISO/IEC, establece los procedimientos que deben seguirse en la organización Internacional para la Normalización ISO y la Comisión Electrotécnica Internacional IEC en la realización de su trabajo técnico.

La palabra —~~con~~senso” es importante, ya que representa un punto de vista común de las partes afectadas por sus disposiciones, a saber, productores, usuarios, consumidores y grupos de interés general.

Las normas internacionales IEC se toman por conceso internacional entre los miembros de IEC (Comisiones Nacionales). Cualquier miembro de IEC podrá participar en los trabajos preparatorios de una norma internacional.

Otra característica esencial de una norma internacional, considerada por IEC, es que cualquier norma internacional pueda y deba ser sometida a consulta pública en cualquiera de los países miembros de IEC.

Una norma internacional IEC es aprobada si:

³⁹ Son personas con conocimientos especializados en un área técnica determinada. Cada Comité Nacional (NC) por sus siglas en inglés, que participaron el trabajo de un comité técnico puede nombrar expertos para participar en el trabajo técnico específico a través de grupos de trabajo, equipos de proyectos o equipos de mantenimiento. (IEC, 2013)

⁴⁰ Los delegados son los representantes del Comité Nacional, en un *Comité Técnico (TC)*.

⁴¹ Para mayor información de las Directivas *ISO/IEC* consultar: (IEC International Electrotechnical Commission, 2013)

⁴² (IEC International Electrotechnical Commission, 2013)

- I. Una mayoría de dos tercios de los votos emitidos por los miembros del comité técnico o subcomité están a favor, y
- II. No más de una cuarta parte del número total de votos emitidos son negativos.

La adopción de las normas IEC por cualquier país, es de carácter voluntario ya sea miembro de la Comisión o no.

Numerosas normas se desarrollan conjuntamente con ISO (normas IOS/IEC), para asegurarse de que las normas internacionales encajen a la perfección y se complementen entre sí.

2.4.4.2. CASCO ⁴³

Ha elaborado una serie de normas que se relacionan con el proceso de certificación. Los criterios “voluntarios” contenidos en estas publicaciones son de consenso internacional sobre las buenas prácticas relacionadas con la certificación.

Una de las normas y proyectos responsabilidad de CASCO, se encuentra ISO/IEC 17025:2005 la cual especifica los requisitos generales para la competencia de llevar a cabo los ensayos y/o las calibraciones, incluido el muestreo. Cubre los ensayos y las calibraciones realizadas utilizando métodos normalizados, métodos no normalizados y métodos desarrollados por el laboratorio.

Es aplicable a todas las organizaciones que realizan ensayos y/o calibraciones. Estos incluyen, por ejemplo, laboratorios de primera⁴⁴, segunda⁴⁵ y de tercera⁴⁶ parte, y laboratorios donde las pruebas y/o las calibraciones forman parte de la inspección y certificación de productos.

- ISO/IEC 17025:2005 es aplicable a todos los laboratorios, independientemente de la cantidad de personas o la extensión del alcance de las actividades de ensayo y/o calibración.
- ISO/IEC 17025:2005 es para uso de laboratorios en el desarrollo de su sistema de gestión de la calidad, la gestión administrativa y técnica.

También pueden usarlo clientes del laboratorio, las autoridades reguladoras y organismos de acreditación para confirmar y reconocer la competencia de los laboratorios.

1. ISO/IEC 17025:2005 no está destinado a ser utilizado como la base para la certificación de los laboratorios.

El cumplimiento de los Requisitos reglamentarios y de seguridad en el funcionamiento de los laboratorios no está cubierto por la norma ISO/IEC 17025:2005.

43 CASCO , - Proporciona evaluación sobre la evaluación de la conformidad. Es el comité de ISO que trabaja en asuntos relacionados con la evaluación de la conformidad, desarrolla políticas y publica normas relacionadas con la evaluación de la conformidad. (ISO, 2013)

44 Laboratorio de primera parte es aquel cuyo servicio es dirigido a un cliente interno, es decir, los resultados que emiten son utilizados por la misma empresa. Declaración del proveedor sobre el cumplimiento del producto, servicio o instalación con respecto a una norma.

45 Laboratorio de segunda parte es aquel que presta el servicio y el resultado es utilizado para la toma de decisiones en un relación cliente – proveedor donde el laboratorio es una de las partes. Constatación con referencia a una norma o especificación que lleva a cabo el cliente sobre el cumplimiento del producto, servicio o instalación que ha adquirido.

46 Laboratorio de tercera parte es aquel que es completamente independiente, por lo que no participa en una relación cliente – proveedor donde el resultado vaya a ser utilizado.

Declaración de un organismo competente de que un producto, servicio o instalación cumple en forma constante con lo especificado en la norma.

2.5. Normatividad Nacional

Resumen

2.5.1. Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN)

La ley Federal de Metrología y Normalización de México define el sistema mexicano de Evaluación de la Conformidad, que comprende la certificación obligatoria Normas Oficiales Mexicanas NOM o voluntarias Normas Mexicanas —MX”.

Esta Ley establece el Sistema General de Unidades de Medida; precisa los conceptos fundamentales sobre metrología; los requisitos para la fabricación, importación, reparación, venta, verificación y uso de los instrumentos para medir así como los patrones de medida⁴⁷. Su aplicación y vigilancia corresponde al ejecutivo federal.

2.5.2. Norma Oficial Mexicana (NOM)

Las Normas Oficiales Mexicanas “regulan – riesgos”, son de aplicación —obligatoria” y tienen la finalidad de establecer:

2. Los criterios, reglas, instructivos, manuales, circulares, lineamientos, procedimientos u otras disposiciones de carácter obligatorio que requieran establecer las dependencias, sólo podrán expedirse como normas oficiales mexicanas conforme al procedimiento establecido en la LFMN⁴⁸.
3. Las NOM deberán ser revisadas cada 5 años medidos a partir de la fecha de su entrada en vigor.
4. Cuando no exista NOM, las dependencias competentes podrán requerir que los productos o servicios a importarse ostenten las especificaciones internacionales con que cumplen, las del país de origen o a falta de éstas, las del fabricante.

Las Normas Oficiales Mexicanas deberán contener:

1. La denominación de la norma y su clave o código, así como las finalidades de la misma conforme al artículo 40;
2. La identificación del producto, servicio, método, proceso, instalación;
3. Las especificaciones y características que correspondan al producto, servicio, método, proceso, instalación o establecimientos que se establezcan en la norma en razón de su finalidad;
4. Los métodos de prueba aplicables en relación con la norma y en su caso, los de muestreo;
5. Los datos y demás información que deban contener los productos o, en su defecto, sus envases o empaques, así como el tamaño y características de las diversas indicaciones;
6. El grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales y con las normas mexicanas tomadas como base para su elaboración;
7. La bibliografía que corresponde a la norma;

⁴⁷ Ley Federal sobre Metrología y Normalización 2015.

⁴⁸ (Secretaría de Economía (SE), 1992)

8. La mención de la o las dependencias que vigilarán el cumplimiento de las normas cuando exista concurrencia de competencias; y
9. Las otras menciones que se consideren convenientes para la debida comprensión y alcance de la norma.

2.5.3. Norma Mexicana (NMX)

Las ~~Normas Mexicanas~~, ~~Regula – Calidad~~, son de aplicación ~~– voluntaria~~, conforme al Artículo 51-A de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, en su Sección II, establece:

~~Las normas mexicanas son de aplicación voluntaria, salvo en los casos en los que los particulares manifiesten que sus productos, procesos o servicios son conformes con las mismas y sin perjuicio de que las dependencias requieran en una norma oficial mexicana su observancia para fines determinados. Su campo de aplicación puede ser nacional, regional o local~~.⁴⁹

Las normas mexicanas constituirán las referencias para determinar la calidad de los productos y servicios de que se trate, particularmente para la protección y orientación de los consumidores. Dichas normas en ningún caso podrán contener especificaciones inferiores a las establecidas en las normas oficiales mexicanas NOM⁵⁰.

Las normas mexicanas (NMX) deberán ser revisadas o actualizadas dentro de los 5 años siguientes a la publicación de la declaratoria de vigencia.

2.6. Certificación

De acuerdo con las prácticas internacionales, existen distintos tipos de ~~– certificaciones~~ por mencionar algunas: Certificaciones de sistemas, Certificaciones de producto, Certificaciones de servicio, Certificaciones de persona, Certificaciones de responsabilidad social, Certificaciones del medio ambiente, entre otras.

Los organismos de certificación de producto realizan su actividad, apoyados en los laboratorios de calibración y/o ensayo, Unidades de Verificación, organismos de certificación de sistemas, a través del estudio del producto, del lote o del sistema de producción y emiten certificados y dicha certificación se refrenda con una marca.

Algunos esquemas de certificación son obligatorios, en función del tipo de producto y mercado al que se desea exportar y, si no se aplican correctamente, constituyen una violación de las leyes. Para el caso que nos ocupa, nos referimos a las NOM⁵¹ son regulaciones técnicas de observancia obligatoria ~~– regulan – riesgos~~, son de aplicación ~~– obligatoria~~.

Otros esquemas son voluntarios, pero normalmente son adoptados por los productores que desean demostrar la calidad o la seguridad de un producto y lograr así una ventaja competitiva. En este caso nos referimos a las normas NMX de aplicación ~~– voluntaria~~.

La certificación evaluación del grado de cumplimiento de los productos y/o servicios respecto a unas normas.

⁴⁹ (Secretaría de Economía (SE), 1992)

⁵⁰ (Secretaría de Economía (SE), 1992)

⁵¹ **Normas Oficiales Mexicanas (NOM)**, son regulaciones técnicas de carácter obligatorio. Regulan los productos, procesos o servicios, cuando estos puedan constituir un riesgo para las personas, animales y vegetales así como el medio ambiente en general, entre otros. (Secretaría de Economía, 2013)

1. Certificación para la FAO⁵²

—Procedimiento por el cual un organismo da una garantía por escrito, que un producto, proceso o servicio cumple con los requisitos establecidos. Es así como los consumidores pueden estar seguros de que el producto o servicio cumplirá con sus expectativas”

La necesidad de certificar las características de los productos, se genera por la desaparición de las relaciones directas entre el productor y el consumidor, las que constituían un factor de confianza para el consumidor. Por la tanto, se volvió necesario proponer herramientas con el fin de reasegurar las características del producto.

Cada ámbito profesional, en el mundo de la calidad y de la certificación tiene su vocabulario específico y es muy importante conocerlo.

2. Certificación para ISO

ISO desarrolla normas internacionales, incluidas las normas de Sistemas de Gestión como ISO 9001, ISO 14000 entre otras. Sin embargo, no está involucrado en la certificación de cualquiera de las normas que elabore, es decir, —ISO no realiza la certificación”.

La certificación es realizada por organismos de certificación externos, por lo tanto, una organización o empresa, —no puede ser certificada por ISO”. Por este motivo el concepto de certificación para ISO es:

—La prestación por parte de un organismo independiente de la garantía escrita (un certificado) que el producto, servicio o sistema en cuestión cumple con los requisitos específicos”.

Las organizaciones pueden decidir buscar la certificación por muchas razones, por ejemplo:

- a. Ser un requisito contractual o reglamentario,
- b. Que sea necesario satisfacer las preferencias de los clientes,
- c. Entre otras.

La mejor razón para buscar la certificación es —mejorar la eficiencia y eficacia de las operaciones de la empresa o de —la organización”.

Cabe mencionar que aunque la certificación no es un requisito, las organizaciones y empresas a menudo desean obtener la certificación de las normas ISO de sus Sistemas de Gestión.

3. Certificación para la Ley Federal sobre Metrología y Normalización

En su Artículo 3°- Fracción III, establece por certificación:

—Procedimiento por el cual se asegura que un producto, proceso, sistema o servicio se ajusta a las normas o lineamientos o recomendaciones de organismos dedicados a la normalización nacionales o internacionales”.

Los certificados son documentos emitidos por un organismo de tercera parte, que indica que se ha obtenido la adecuada confianza en la conformidad con una norma u otro

⁵² (FAO) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Alcanzar la seguridad alimentaria para todos, y asegurar que las personas tengan acceso regular a alimentos de buena calidad que les permita llevar una vida activa y saludable, es la esencia de las actividades de la (FAO).

documento normativo especificado, de un producto, proceso o servicio debidamente identificado. Existe para la certificación una clasificación, además a cada una de ellas le corresponde su respectiva normatividad.

Las —certificaciones” se han convertido más que un valor adicional, en un requisito. Actualmente las organizaciones dedicadas a la producción industrial de concreto premezclado se ven obligadas a tener diversos tipos de certificaciones para poder incrementar su competitividad e ingresar de primera estancia al mercado a nivel nacional e incluso al internacional.

Ventajas de una Certificación

Contar con una certificación, trae consigo diversos beneficios como por ejemplo:

1. Acceso a los mercados: Penetrar nuevos mercados con productos conforme a los requerimientos, dando credibilidad al trámite mediante la garantía de un organismo de certificación independiente de los intereses económicos en juego, intereses (productor – cliente).
2. Desarrollo de mercados: Maximiza el potencial de los mercados existentes, acceder además a nuevos mercados.
3. Acceso más rápido a los mercados: La —certificación” permite acelerar el tiempo de entrada en un determinado mercado.
4. Diferenciación del producto: Debido a las pruebas y certificaciones independientes, los productos, servicios, etc., se diferencian de la competencia permitiendo contar con una guía sobre los procesos de diseño y producción, mejorando además el tiempo de comercialización.
5. Gestión de riesgos: Reducir los riesgos y responsabilidades para garantizar la seguridad y el cumplimiento de las normas, además de contar con elementos que permitan la toma de decisiones de gestión de riesgos.
6. Ventajas competitivas: Contar con una —certificación” reconocida de productos, es ganar la credibilidad entre los consumidores. Generando valor a todos los niveles de la cadena de producción.
7. Confianza de los clientes: Gracias al reconocimiento de las certificaciones se obtiene la confianza de los consumidores y clientes.

En conclusión, la certificación debe considerarse como un valor agregado al producto, servicio, sistema, etc., que permite afirmar que, han sido certificados en su calidad y en su proceso, permitiendo una segmentación favorable en el mercado, es decir, lograr una diferenciación de los productos, servicios, sistemas, que están certificados de los que no lo están, y con la certificación lograr un aumento de precio de venta de los producto.

“Al final lo que genera una certificación es Dar Confianza a los consumidores”.

2.7. Evaluación de la Conformidad

Conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización en su Artículo 3° inciso IV-A, se entiende por Evaluación de la conformidad —al determinación del grado de cumplimiento con las normas oficiales mexicanas o la conformidad con las normas mexicanas, las normas internacionales u otras especificaciones, prescripciones o características. Comprende, entre otros, los procedimientos de muestreo, prueba, calibración, certificación y verificación”.

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización establece la posibilidad de que entidades privadas lleven a cabo la función de evaluar la conformidad de las normas.

El objetivo de contar con organismos capaces de evaluar la conformidad en México es, contar con una estructura confiable y suficiente de organismos que nos permitan evaluar los requisitos de seguridad, salud, sanidad, información comercial y calidad establecidas en las normas, en otras palabras:

“La evaluación de la conformidad es un proceso mediante el cual un producto, sistema, proceso ó servicio es evaluado contra una norma, hecha por dependencias competentes o por los Organismos de certificación.”

Para la Evaluación de la Conformidad de las Normas Oficiales Mexicanas, competencia de la Secretaría de Economía, los agentes evaluadores de la conformidad deben estar Acreditados⁵³ y Aprobados.

Para la evaluación de la conformidad de las normas NOM (Normas Oficiales Mexicanas) y NMX (Normas Mexicanas) se estará sujeto a lo dispuesto en el título Cuarto Artículo 68 de la LFMN, en la cual se puede leer:

Art. 68.- La evaluación de la conformidad será realizada por las dependencias competentes o por los organismos de certificación, los laboratorios de prueba o de calibración y por las Unidades de Verificación acreditados y, en su caso, aprobados en los términos del artículo 70.

- I. Las dependencias competentes podrán aprobar a las personas acreditadas que se requieran para la evaluación de la conformidad, en lo que se refiere a norma oficiales mexicanas, para la cual se sujetarán a lo siguiente:
- II. Identificar las normas para las que se requiere la evaluación de la conformidad por personas aprobadas y, en su caso, darlo a conocer en el Diario Oficial de la Federación; y
- III. Participar en los comités de evaluación para la acreditación, o reconocer sus resultados. No duplicar los requisitos solicitados para su acreditación, sin perjuicio de establecer adicionales.

Es decir, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización establece la posibilidad de que entidades privadas lleven a cabo la función de evaluar la conformidad de las normas mediante:

1. Constatación ocular,
2. Muestreo,

⁵³La **Acreditación**, es el acto por el cual una entidad de acreditación reconoce la competencia técnica y confiabilidad de los organismos de certificación, laboratorios de prueba, laboratorios de calibración y Unidades de Verificación para la evaluación de la conformidad. (Secretaría de Economía (SE), 2013)

3. Medición,
4. Pruebas de laboratorio, o
5. Examen de documentos.

Estos Organismos —agentes” evaluadores de la conformidad, conforme a sus actividades o funciones se conocen como:

- a. Organismos de Certificación,
- b. Laboratorios de prueba,
- c. Laboratorios de Calibración, y
- d. Unidades de Verificación.

Además en su Artículo 72 la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, establece que la Secretaría de Economía deberá mantener a disposición de cualquier interesado el listado de las entidades de acreditación acreditadas y de las personas acreditadas y aprobadas, por norma, materia, sector o rama, según se trate, así como de los organismos nacionales de normalización, y de las instituciones o entidades (instituciones oficiales extranjeras e internacionales para el reconocimiento mutuo de los resultados de la evaluación de la conformidad que se lleve a cabo por la dependencias).

Con el fin de dar cumplimiento a esta disposición del artículo 72, la Secretaría de Economía pone a disposición en la siguiente página electrónica⁵⁴ la lista de:

1. Organismos de certificación Acreditados (EMA);
2. Organismos de certificación de Producto;
3. Vigentes,
4. Suspendidas y canceladas
5. Organismo de Sistemas de Gestión de Calidad.

2.8. Entidad Mexicana de Acreditación A.C. (EMA)

Los organismos de acreditación se establecen en muchos países con el propósito principal de garantizar que los Organismos de Evaluación de la Conformidad están sujetos a la supervisión de un organismo autorizado.

En el caso de nuestro país, ese Organismo Autorizado es la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C., (EMA) primera entidad de gestión privada en México, cuyo objetivo es:

—Acreditación a los Organismos de la Evaluación de la Conformidad⁵⁵ que son los laboratorios de ensayo, laboratorios de calibración, laboratorios clínicos, Unidades de Verificación (organismos de inspección) y organismos de certificación.”⁵⁶

En el pasado quien realizaba en México la acreditación de los Organismos de Evaluación de la Conformidad era el gobierno federal, a través de la Dirección General de Normas

⁵⁴ Secretaría de Economía (SE), 2013

⁵⁵ La **Evaluación de la conformidad** es la **“determinación del grado de cumplimiento”** con las normas oficiales mexicanas o la conformidad con las normas mexicanas, las normas internacionales u otras especificaciones, prescripciones o características. (Secretaría de Economía (SE), 2013)

⁵⁶ EMA - Entidad Mexicana de Acreditación, A.C., 2013

dependiente de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, actualmente Secretaría de Economía (SE).

Estos cambios ocurrieron entre 1992 y 1997. Estas transformaciones legales abrieron la posibilidad de la creación de una entidad de “gestión privada de tercera parte”, es decir, una entidad imparcial, incluyente y profesional con el fin de realizar esta importante actividad en el sector productivo mexicano. Fue a partir de la publicación en el Diario Oficial de la Federación con fecha 15 de enero de 1999, cuando comienza a operar la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C. (EMA), como primer órgano acreditador de México.

La creación de la EMA se debió a la necesidad de dotar a la industria y al comercio de una herramienta para competir de igual a igual en un mundo globalizado, y competir ampliamente en el comercio internacional. —Desde enero de 2006, la EMA cumple cabalmente con la norma vigente para organismos de acreditación en el ámbito mundial, la Norma NMX-EC-17011-IMNC-2005 —Evaluación de la Conformidad – Requisitos Generales para los Organismos que realizan la acreditación de Organismos de Evaluación de la Conformidad” (Entidad Mexicana de Acreditación, A.C. , 2015).

Los organismos de acreditación, que han sido evaluados por sus pares como competentes, firman acuerdo que mejoran la aceptación de productos y servicios a través de las fronteras nacionales, creando así un marco para apoyar el comercio internacional a través de la eliminación de barreras técnicas.

Por ello, la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C.(EMA), cuenta con reconocimientos internacionales como el otorgado por el Foro Internacional de Acreditación (IAF)⁵⁷ y la Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios (ILAC)⁵⁸ entre otros, estos reconocimientos confirman que la EMA trabaja con apego a las normas nacionales e internacionales.

De esta manera, no sólo se reconoce la equivalencia de los sistemas de acreditación de los organismos signatarios, sino también se reconoce la equivalencia de las actividades que realizan los Organismos de Evaluación de la Conformidad acreditados.

Actualmente, debido a las legislaciones de cada país y otras consideraciones no siempre se pueden aceptar los resultados de un organismo de Evaluación de la Conformidad acreditado, no obstante, existen países donde los productos y servicios que acceden a sus mercados con certificados emitidos por organismos acreditados ven reducidos de manera significativa, e incluso eliminados, los obstáculos técnicos, para conocer de manera precisa en que países son aceptados los resultados emitidos por la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C. (EMA), y verse beneficiado al ver reducido o incluso eliminados los obstáculos técnicos.

La Entidad Mexicana De Acreditación, A.C (EMA) a través del proceso de evaluación y acreditación, corrobora y avala que los laboratorios de ensayo, calibración, Unidades de Verificación (organismos de inspección) y organismos de certificación cuenta con:

⁵⁷ IAF (International Accreditation Forum, Inc.), Foro Internacional de Acreditación, es una asociación mundial de organismos de acreditación de la conformidad de evaluación y otras entidades interesadas en la evaluación de la conformidad en los campos de sistemas de gestión, productos, servicios, personal y otros programas similares de la evaluación de la conformidad.

⁵⁸ **ILAC** (The International Laboratory Accreditation Cooperation), (Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios), es una cooperación internacional de acreditación de laboratorios y de organismos de inspección, cuya misión es la de establecer una red de *acuerdos de reconocimiento mutuo* entre organismos de acreditación, con el objetivo de *libre comercio de producto probado o inspeccionado una vez, aceptado en todas partes*”. (ilac - (International Laboratory Accreditation Cooperation), 2013)

- Instalaciones adecuadas;
- Trabajan con personal capacitado;
- Trabajan con un sistema de calidad basado en la mejora continua;
- Tienen elementos técnicos suficientes;
- Operan bajo la normatividad nacional e internacional vigente; y
- Operan con códigos de ética y códigos de confidencialidad estrictos.

Todo ello, con la colaboración de los integrantes del Padrón Nacional de Evaluadores⁵⁹.

El Padrón Nacional de Evaluadores se encuentra integrado por evaluadores competentes para evaluar:

- Laboratorios de calibración y ensayo (ISO/IEC 17025:2005/NMX-EC-17025-INMC-2006);

Entre otros, para consulta completa la EMA en su página electrónica presenta el listado de los integrantes del padrón⁶⁰.

2.9. Acreditación

La acreditación es una herramienta de mercadeo muy efectiva para las organizaciones de pruebas, calibraciones y medición, y un pasaporte para presentar ofertas a contratistas que requieren laboratorios independientes verificados.

- De acuerdo a la Ley Federal de Metrología y Normalización (LFMN), acreditación es:
 - Acto por el cual una entidad de acreditación reconoce la competencia técnica y confiabilidad de los organismos de certificación, de los laboratorios de ensayo (prueba), de los laboratorios de calibración y/o unidades de verificación (organismos de inspección) para la evaluación de la conformidad.”
- Para ISO el concepto de acreditación es:
 - Es el reconocimiento formal por parte de un organismo independiente, generalmente conocido como un organismo de acreditación”.
- Para la IAF⁶¹ y la ILAC⁶² el concepto de acreditación es:
 - Es la evaluación independiente de los organismos de evaluación de la conformidad respecto a las normas reconocidas para garantizar su imparcialidad y competencia”.

⁵⁹ Conforme al Artículo 70-B fracción IV de la *Ley Federal sobre Metrología y Normalización*, es responsabilidad de la entidad de acreditación autorizada (EMA), integrar y coordinar los comités de evaluación para la acreditación conforme a los lineamientos que dicte la *Secretaría de Economía* (SE), así como integrar un padrón nacional de evaluadores con los técnicos correspondientes. (*Secretaría de Economía* (SE), 2013)

⁶⁰ (EMA - Entidad Mexicana de Acreditación, A.C., 2013)

⁶¹ IAF, Foro Internacional de Acreditación, por sus siglas en inglés, es una asociación mundial de organismos de acreditación de la conformidad de evaluación y otras entidades interesadas en la evaluación de la conformidad en los campos de sistemas de gestión, productos, servicios, personal y otros programas similares de evaluación de la conformidad. (IAF - International Accreditation Forum, Inc, 2013).

⁶² Ilac.- Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios. Es una cooperación internacional de acreditación de laboratorios y de organismos de inspección que se formó hace más de 30 años para ayudar a reducir las barreras técnicas al comercio. (Ilac Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios., 2015)

- La Ley Federal sobre Metrología y Normalización, en su Artículo 3°- Fracción I, establece por acreditación:
-El acto por el cual una entidad de acreditación reconoce la competencia técnica y confiabilidad de los organismos de certificación, de los laboratorios de prueba, de los laboratorios de calibración y de las Unidades de Verificación para la evaluación de la conformidad”.

Es decir, es el acto por el cual una entidad reconoce:

- I. Competencia técnica; y
- II. Confiabilidad.

En resumen la acreditación es el:

“Acto por el cual la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C. (EMA) como entidad de acreditación reconoce la competencia técnica y confiabilidad de los organismos de evaluación de la conformidad”.

2.9.1.1. Alcance de la Acreditación

Son los **“Servicios de Evaluación de la Conformidad Específicos”** para los que se pretende o se ha otorgado la acreditación.

En este caso se define por los métodos de ensayo, procedimientos de calibración, intervalos de medición, la rama de ensayos, el área de calibración, campo, sector, técnica, y normas donde se demuestre la capacidad técnica del laboratorio.

2.9.1.2. Importancia de un Laboratorio Acreditado

Un laboratorio acreditado ofrece la seguridad de realizar pruebas, calibraciones o mediciones con resultados correctos y confiables que cumplen con los requisitos de la normatividad.

Para contar con resultados correctos y confiables, es necesario tener la seguridad de que el laboratorio seleccionado tenga la **“competencia técnica”**.

Esta competencia técnica, está en función de varios factores los cuales enlisto:

- I. Competencia técnica del personal,
- II. Validez y adecuación de las pruebas,
- III. Trazabilidad de mediciones y calibraciones a normas nacionales,
- IV. Aptitud, calibración y mantenimiento del equipo,
- V. Medio ambiente conducente para efectuar pruebas,
- VI. Muestreo, manejo y transporte de productos en los que se efectuarán pruebas, y
- VII. Aseguramiento de la calidad de los resultados de pruebas y calibración.

Todos estos contribuyen a que un laboratorio sea **“técnicamente competente”** para llevar a cabo sus pruebas.

Como fabricante, proveedor, exportador ó cliente, la **“competencia técnica”** del laboratorio es crítica, debido a que con ella se:

- Reducen riesgos; al asegurar que los productos, servicios, etc., que se producen ó compran cumplen con sus expectativas o cumplen con los requisitos específicos. La forma más común de verificar el **“cumplimiento de la conformidad”** es enviando

al laboratorio con el fin de que sea él, quien determine las características contra una norma o especificación.

Por tanto, cuando un fabricante, proveedor, exportador ó cliente selecciona un laboratorio —técnicamente competente” reduce el riesgo de producir o proveer un producto defectuoso, evitando así repeticiones costosas de pruebas.

Por ello, al demostrar la —competencia técnica” del laboratorio de pruebas, aumenta la confianza de los clientes.

2.10. Competencia Técnica de un Laboratorio de Ensayo (pruebas) y/o Calibración

La forma de asegurar la —competencia técnica” del laboratorio, es a través de un proceso llamado —Acreditación de Laboratorios”.

Durante el proceso de Acreditación del Laboratorios se utilizan criterios y procedimientos específicamente desarrollados para determinar dicha competencia técnica.

El proceso de Acreditación de Laboratorios es ejecutado por asesores técnicos especializados, los cuales con la ayuda de los criterios y procedimientos conducen una evaluación minuciosa de todos los factores en un laboratorio que afectan la producción de resultados de pruebas o calibración.

Contrario a la certificación ISO 9001, la acreditación de laboratorios están basados en las normas internacionales ISO/IEC 17025, o ISO 15189, las cuales son usadas para evaluar a los laboratorios a través del mundo.

Además, los organismos de acreditación de laboratorios usan estas normas ISO/IEC 17025, o ISO 15189 específicamente para evaluar factores relevantes a la habilidad de un laboratorio de producir resultados de pruebas y calibración precisos y correctos, incluyendo, los factores que influyen en la competencia técnica.

La acreditación de laboratorios es acorde con los elementos de Sistemas de Calidad cubiertos en la certificación ISO 9001.

Con el fin de asegurar el cumplimiento continuo, los laboratorios son regularmente re-evaluados, de esta manera se asegura que mantienen sus estándares de competencia técnica.

Otra forma de demostrar la competencia técnica de los laboratorios, es solicitarles que participen en programas regulares de pruebas de aptitud.

La Acreditación de Laboratorios provee los medios para evaluar la competencia de los laboratorios para efectuar diferentes tipos específicos de:

1. Pruebas,
2. Medición, y
3. Calibración.

Esto también le permite al laboratorio determinar si está efectuando su trabajo conforme y de acuerdo a las normas apropiadas, pruebas o mediciones por las cuales está acreditado (alcance de acreditación) y los rangos e incertidumbres, estos (rangos e incertidumbres), normalmente están especificados en el alcance de su acreditación.

Además los laboratorios pueden —ter toda o parte sus actividades de pruebas y calibración acreditadas”. Es importante comentar, que el proceso de acreditación envuelve una evaluación formal de todos los elementos de un laboratorio que contribuyen

a la producción de resultados de pruebas correctos y confiables (datos y resultados técnicamente válidos).

Para los clientes, la Acreditación del laboratorio le da una herramienta de fácil comprensión, en la cual el cliente (sin la necesidad de ser experto en el tema), conozca los servicios de pruebas y calibración que son capaces de efectuar el laboratorio de su elección y de esta manera asegurarse de que los resultados de las pruebas a los productos, servicios, etc., efectuadas por los laboratorios son resultados de pruebas y calibraciones precisos y correctos, nuevamente hablamos de (datos y resultados técnicamente válidos).

En conclusión, la Acreditación de laboratorios, provee reconocimiento formal, además, proporciona una herramienta para que los clientes puedan encontrar servicios de pruebas y calibración capaces de cumplir con sus necesidades.

2.10.1. Actividades de Evaluación de la conformidad para Laboratorios de Ensayo (pruebas) y/o Calibración

Por lo general, los laboratorios que cuentan con una acreditación, emiten reportes de pruebas o calibraciones con el símbolo o endoso que indica su acreditación.

Estos laboratorios, pueden ser personas físicas o morales que llevan a cabo actividades de Evaluación de la conformidad a través de:

1. La calibración:

- a. Determinando el error del instrumento para medir y otras características metrológicas; y/o.
- b. Los Laboratorios de calibración realizan su actividad determinando el error en un instrumento para medir así como otras características metrológicas, de acuerdo a lo requerido por la Política de Trazabilidad de la (ema). Como resultado de su actividad los Laboratorios de calibración emiten un dictamen o informe de calibración.

2. Pruebas a través de una muestra representativa.

- a. Los Laboratorios de ensayo y/o prueba realizan su actividad a través de la prueba de una muestra representativa y como resultado de su actividad emiten un informe de resultados.

3. Emitiendo un informe de resultados.

- a. Con la confianza de que los servicios que presta son conducidos con plena competencia técnica, imparcialidad y confidencialidad.

En otras palabras, los laboratorios de ensayo y/o prueba demuestran su competencia técnica, asegurando la calidad de los informes de resultados que emiten.

La Entidad Mexicana de Acreditación, A.C., (EMA), como en muchos otros países a través de sus organismos de acreditación, publican listas o directorios de los laboratorios que han acreditado, junto con información sobre el contacto e información de los diferentes tipos de pruebas que efectúan.

2.10.2. Norma para Acreditación de Laboratorios

En muchos países alrededor del mundo tiene una o más organizaciones responsables por la acreditación de los laboratorios nacionales, en la mayoría de estos organismos acreditadores, estas organizaciones han adoptado la norma ISO/IEC 17025 o ISO 15189 para la acreditación de sus laboratorios. Esto ha ayudado en que se emplee un enfoque uniforme para determinar la competencia de los laboratorios.

Para los laboratorios de Calibración y ensayo, la norma que aplica para su acreditación es la NMX-EC-17025-IMNC-2006 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

Para los Laboratorios Clínicos, la norma aplicable para su acreditación es NMX-EC-15189-IMNC-2008 Requisitos generales para la calidad y la competencia de Laboratorios Clínicos.

La Entidad Mexicana de Acreditación, A.C., EMA brinda a estos laboratorios, los siguientes servicios:

1. Acreditación inicial;
2. Reevaluaciones;
3. Visitas de vigilancia;
4. Actualizaciones
5. De razón o denominación social,
6. Fusión / Compra – Venta,
7. De cambio de instalaciones
8. Ampliaciones

3. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL LABORATORIO DE PRUEBAS

Tus clientes no esperan que seas perfecto.
Lo que sí esperan es
que les resuelvas un problema
cuando algo sale mal
Donald Porter

3.1. Introducción

A partir de este capítulo, se encontrará a lo largo del documento una tabla con se muestra a continuación:

ISO 9001:2008	ISO/IEC 17025:2005-2006	NORMA NMX, MANUAL, CRITERIO, PROCEDIMIENTO, ETC.

Esta tabla tiene el propósito de referenciar el punto de cada una de las normas, manual, criterio, procedimiento, que se esté analizando, una vez referenciado el punto de cada una de las normas, entre plecas se escribirá lo que establece la norma respecto al punto en cuestión.

El análisis se realizará comparando lo que establece la normatividad y las acciones o métodos, documentos, formatos de registro, etc., que el laboratorio realiza. Además, se incluye el análisis de diferentes conceptos teóricos, así como definiciones que la normatividad aplica.

La comparación se hace con base en lo que establece la ISO 9001:2008 y la norma mexicana ISO/IEC 17025:2005.

Para asegurar que los laboratorios de calibración y/o ensayo operan bajo un sistema de gestión conforme a los requisitos indicados en la norma mexicana NMX-EC-17025-IMNC-2006, se deben consultar los siguientes documentos en su edición vigente:

1. Ley Federal de Metrología y Normalización (LFMN).
2. Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
3. Lineamientos para la Integración, organización y coordinación de los comités de evaluación, dictados por la Secretaría de Economía (SE).
4. Norma NMX-EC-17011-IMNC-2005 —Evaluación de la conformidad – Requisitos generales para los organismos de acreditación de organismos de evaluación de la conformidad”.
5. Norma NMX-EC-17025-IMNC-2006 —Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración”.
6. Norma mexicana NMX-EC-17000-IMNC-2007 -Evaluación de la conformidad – Vocabulario general y descripción funcional”.

7. Políticas de la EMA, aplicables al proceso de evaluación y acreditación de laboratorios de calibración y/o ensayo (Políticas de ensayo de aptitud, de trazabilidad y de incertidumbre entre otras).
8. Criterios de aplicación de la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006.

3.2. Sistema de Gestión ISO 9001:2008

En respuesta al interés de la presente investigación sólo nos enfocaremos en el “Proceso de Control de Calidad”, y en la “Determinación del cumplimiento de este producto terminado”. En el anexo 2 de este trabajo de tesis, podremos observar el mapa de procesos de manera general”, a través de este mapa se describen los elementos necesarios para el desarrollo efectivo de los procesos (los recursos, los documentos, los registros, los indicadores de desempeño los criterios de aceptación, etc.)

Respecto al proceso de Control de Calidad (ver figura 4) y en particular a la definición de los productos de línea y especiales nos referiremos a ellos en forma específica en el apartado correspondiente, a la planificación de la realización del producto y en particular a los criterios de aceptación.

Objetivo: Diseño de productos de línea y especiales, determinación del cumplimiento con las especificaciones de la materia prima y del producto fabricado.

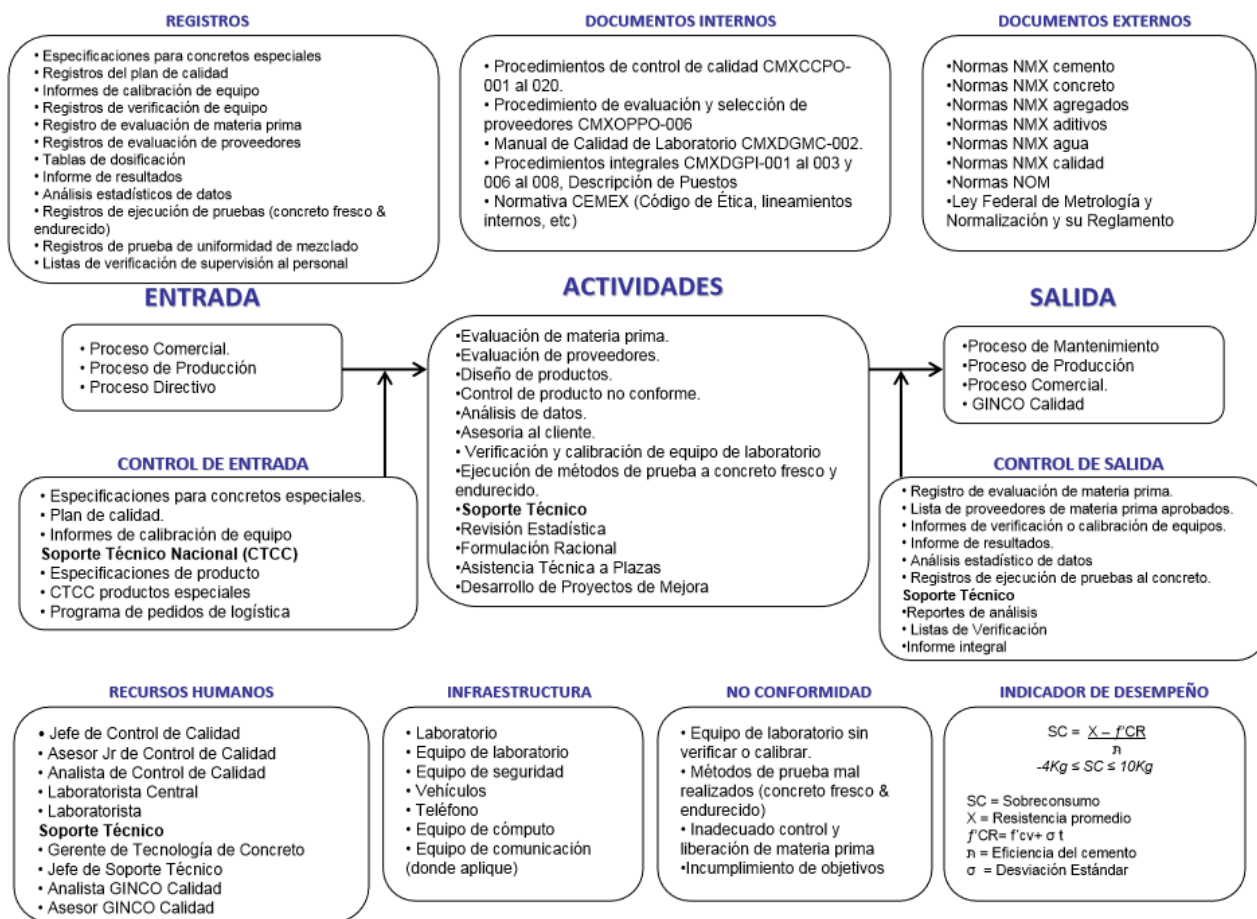


Figura 4.- de Mapa de Proceso de Control de Calidad.⁶³

⁶³ Para mejor visibilidad de este Mapa de Procesos de Control de Calidad ver (Anexo 3)

3.3. Documentación del Sistema de Gestión de la Calidad

Una organización tiene flexibilidad en la manera en que se selecciona la documentación de su sistema de gestión de la calidad”, la documentación del sistema de gestión de la calidad puede relacionarse en su totalidad con las actividades totales de la organización, o en su defecto, con la parte seleccionada de estas actividades.

La forma de organizar la documentación del Sistema de Gestión de la Calidad normalmente sigue a los procesos de la organización, a la estructura de la norma de calidad aplicable, o una combinación de ambas.

Con el fin de jerarquizar la documentación del Sistema de Gestión de la Calidad, la norma mexicana NMX-CC-10013-IMNC-2002 —Directrices para la documentación de sistema de gestión de la calidad”, en su anexo “A”, jerarquiza de una manera típica la documentación del Sistema de Gestión de la Calidad, de la siguiente forma (Ver figura 5).



Figura 5. Diagrama de jerarquización típica de la documentación del sistema de gestión de la calidad. (IMNC, Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, A.C., 2008).

En la empresa cementera cuentan con una serie de herramientas para lograr la implementación y el mantenimiento de la documentación y así garantizar su eficaz funcionamiento.

Para dar cumplimiento están el “Coordinador del Comité de Gestión” y un “Representante de la Dirección”, ambos, forman parte del Comité de Gestión y bajo su responsabilidad está llevar el control de los Documentos y Datos a través del Sistema Norma Control⁶⁴ (SNC) o bien, con una copia dura⁶⁵ de la documentación del Sistema de Gestión aplicable al proceso (área de alcance).

Los lineamientos para el control de documentos y datos se encuentran establecidos en el Procedimiento “Control de Documentos y Datos”, cuyo objetivo es:

⁶⁴ **Sistema Norma Control** es un sistema electrónico donde se almacena y se protegen los procedimientos de consulta de todos los procesos declarados por la organización”.

⁶⁵ Una **copia dura** se conoce también como “**impresa**” y es una reproducción permanente.

—Establecer los criterios para la emisión y control de los documentos y datos relacionados a la gestión de la Calidad, Medio Ambiental, y de Seguridad y Salud en el Trabajo, involucrados en el Sistema de Gestión Integral (SGI), manteniéndolos actualizados en las áreas donde se realizan actividades relacionadas con ellos”.

En el mantenimiento de los documentos y datos, se encuentran involucrados el Representante de la Dirección quien es el responsable de mantener actualizada la base de datos, generar y mantener los registros de la difusión, distribución de la información, además de verificar que cada documento registrado en el Sistema de Gestión Integral cumpla con los siguientes controles:

- I. Se revisen y aprueben los documentos en cuanto a su contenido y adecuación, antes de su emisión, conforme al Diagrama de Flujo para el control de documentos y datos que tiene implementado —al organización”, del cual sólo haremos mención.
- II. Se Revisen y aprueben los documentos actualizados, es decir, cambios a la documentación cuando sea necesario.
- III. Asegurarse que los cambios son identificados en la sección correspondiente (en la portada del documento) quedándose siempre con la información de respaldo que fundamente dichos cambios.
- IV. La distribución de todos los documentos que integran el Sistema de Gestión se realiza a través de los mecanismos de Sistema Norma Control (SNC).
- V. Para el caso de copias duras dicha distribución solamente se hará a través del Representante de la Dirección.

3.4. Control de Registros

Para dar cumplimiento a lo que establece ISO 9001:2008 en su punto 5.1 —Compromiso de la dirección”, la empresa cementera a través de su Vicepresidencia revisa y autoriza el Manual de Gestión Integral como uno de sus principales compromisos.

Los Directores proporcionan evidencia de su compromiso con el desarrollo e implementación del Sistema de Gestión Integral. Gestionan la mejora continua de la eficacia del Sistema de Gestión Integral a través de Revisiones por la Dirección⁶⁶, Auditorías Internas⁶⁷ al sistema y seguimiento a las Auditorías externas de acuerdo a los procedimientos e interviniendo en los elementos que consideren necesarios.

Para efectos de la revisión de avances en la implantación del proceso de Gestión de la Calidad en los laboratorios así como en otros procesos (Seguridad, Salud en el trabajo, Medio Ambiente) y con la finalidad de asegurar que se satisface y se cumple con la política y objetivos integrales contenidos en ella, la Dirección de —al organización” fija objetivos cuantificables para un período determinado, siendo estos objetivos el marco de referencia para evaluar a su vez la eficacia del Sistema de Gestión Integral de —al organización”.

⁶⁶ Objetivo del procedimiento: Establecer la metodología para planear, programar, ejecutar y documentar las revisiones por la dirección al Sistema de Gestión Integral, que permita determinar su conformidad y eficacia con las disposiciones planificadas, en concordancia con los requisitos de las Normas NMX-EC-17025-IMNC-2006

⁶⁷ Objetivo del procedimiento: Establecer la metodología para planear, programar ejecutar y documentar las auditoria internas al sistema de gestión integral (SGI) que nos permitan determinar su conformidad y eficacia con las disposiciones planificadas, en concordancia con los requisitos de las normas NMX-CC-9001-IMNC-2000, NMX-SAST-001-IMNC-2000, NMX-SAA-14001-IMNC-2004 y NMX-EC-17025-IMNC-2006.

La máxima autoridad es donde físicamente se encuentran los Laboratorios de Control de Calidad de cada unidad de negocio de la empresa cementera, el Gerente de la plaza —máxima autoridad” de acuerdo con lo establecido en el —Programa anual de auditorías de calidad”.

La frecuencia con la que se realiza la Revisión por la Dirección al Sistema de Gestión es por lo menos una vez al año, con el fin de asegurar su adecuación y efectividad continua e introducir los cambios o mejoras necesarias de acuerdo a lo establecido en el procedimiento Revisión por la Dirección.

Para revisiones por la dirección a laboratorios acreditados con base en la NMX-EC-17025-IMNC-2006 la Revisión por la Dirección es llevada a cabo por el Gerente de la unidad de negocio y debe tomar en cuenta los siguientes criterios:

1. Adecuación de políticas y procedimientos.
2. Informes de personal directivo y de supervisión.
3. Informes de auditorías internas recientes.
4. Registro de acciones correctivas y preventivas.
5. Evaluaciones por organismos externos.
6. Los resultados de las comparaciones entre laboratorios y ensayos de aptitud.
7. Cambios en el volumen y tipo de trabajo.
8. Registros de quejas.
9. Retroalimentación de los clientes.
10. Actividades de control de calidad y recursos.
11. Registros de capacitación del personal.
12. Efectuar recomendaciones de mejora.
13. Revisión del cumplimiento de objetivos.
14. Cumplimiento de requisitos legales y reglamentarios.

Los hallazgos de las revisiones de la Dirección y acciones derivadas de éstas, son registrados en los formatos correspondientes (anexo 4 Revisión por la Dirección). Además, la Dirección y el Representante de la Dirección deben asegurarse de que tales acciones son llevadas a cabo dentro de los periodos adecuados y acordados.

Del informe de Revisión por la Dirección a Laboratorio se obtiene como información de salida lo siguiente:

- a. La eficacia del Sistema de Gestión Integral.
- b. Acciones para la mejora del Sistema de Gestión Integral.
- c. Acciones para la mejora de los servicios en relación con los requisitos del cliente.
- d. Definición de las acciones necesarias para gestionar la dotación de los recursos necesarios.
- e. La declaración de si el Sistema de gestión cumple con los requisitos de la política, objetivos y metas del Sistema de Gestión Integral.

3.5. Política de la Calidad ISO 9000:2008

Respecto al procedimiento Revisión por la Dirección la empresa cementera define calidad como:

—Egrado, extensión o alcance en el que una serie de características inherentes a un producto o servicio ofrecido por la empresa cementera cumple con los requisitos del cliente”

La Alta Dirección declara la —Política de calidad como:

Satisfacer a ¡sus! ⁶⁸ Clientes cumpliendo o superando sus expectativas, valiéndose de la capacitación del personal y mejora continua de “¡sus!” servicios, productos y procesos. Certificando “su” Sistema de Gestión de la calidad en ISO 9001:2008” (La empresa cementera, 2007)

La Alta Dirección ha establecido con base en la política corporativa la Política de Medio Ambiente y Salud y Seguridad Industrial. Estas políticas, junto con las de Calidad incluyen el compromiso de satisfacer los requisitos de los clientes externos e internos, al cumplir o superar sus expectativas, cumplir con la legislación aplicable a sus actividades, la prevención de la contaminación y el riesgo, además de mejorar continuamente sus servicios, productos y procesos como elementos básicos de su Sistema de Gestión Integral, proporcionando un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos entre la Alta Dirección y los Gerentes de unidades de negocio de la empresa cementera.

Los Directores, el Comité de Gestión, los Gerentes, los Representantes de la Dirección y los Responsables de área, con el apoyo del área de Recursos Humanos están encargados de asegurar que las políticas de calidad y las de medio ambiente y seguridad sean respetadas, comunicadas y entendidas en todos los niveles de la empresa cementera y difundidas mediante la publicación de anuncios, a través de medios físicos y electrónicos permitiendo con ello, facilitar su difusión a través de todos los niveles.

Debido a que en las plantas se tiene implementado un Sistema de Calidad gestionado a través del —Manual de Gestión Integral” de la propia organización con base en ISO 9001:2008, y la compatibilidad de esta norma con la norma mexicana ISO/IEC 17025:2005, existe evidencia documental en los Laboratorios de Control de Calidad que cumple con los requisitos de ambas normas o con los requisitos establecidos en cada una de ellas por separado, es por esto, que los dos sistemas ISO 9001:2008 e ISO/IEC 17025:2005 funcionan de manera armoniosa.

3.6. Política de la Calidad ISO/IEC 17025:2005

Se encuentra definida en el Manual de Calidad de Laboratorio de la empresa cementera y su emisión está bajo la autoridad del Gerente de cada unidad de negocio.

Para ello, a través de la Dirección Técnica (Gerencia de Gestión de la Calidad y Gerencia de Tecnología del Concreto) establece su Sistema de Gestión Corporativo apropiado al alcance de sus actividades y las de los laboratorios de Control de Calidad para realizar pruebas al Concreto Hidráulico Premezclado con base en la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006.

La Dirección Técnica de la empresa cementera declara la —Política de calidad de los laboratorios de Control de Calidad de la siguiente manera:

⁶⁸ Dicha política es redactado en segunda persona” en este caso, la interjección ¡sus!, describe las acciones del protagonista “la organización” ante clientes y los procesos.

Satisfacer a ¡sus!⁶⁹ Clientes cumpliendo o superando sus expectativas, valiéndose de la capacitación del personal y mejora continua de ¡sus!⁷⁰ servicios, productos y procesos.

Acreditando su Sistema de Gestión de la calidad en la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006”

3.7. Compromiso de la Dirección ISO/IEC 17025:2005

El Gerente de cada unidad de negocio es el encargado de que la política sea entendida, mantenida e implementada en todos los niveles de la organización además de su difusión, para la emisión y difusión se apoya en el anexo correspondiente del mismo Manual de Calidad de Laboratorio (Anexo 5 Declaración de Política de Calidad de Laboratorio). La declaración del tipo de servicio que ofrece el laboratorio, es declarado en este mismo documento.

En este documento se declara el compromiso de quienes integran el Laboratorio de Control de Calidad al —realizar su trabajo acorde a la buena práctica profesional y con la calidad en los trabajos de ensaye durante todos sus servicios hacia sus clientes”.

Al mismo tiempo, hace referencia de —cumplir los requisitos de sus clientes así como los requisitos legales y reglamentarios inherentes a sus productos y servicios”.

El propósito del Sistema de Gestión es: Satisfacer los requisitos de sus clientes internos y externos al cumplir o superar sus expectativas, además de mejorar continuamente sus servicios productos y procesos, estos son considerados elementos básicos del Sistema de Gestión.

Para cumplir los compromisos de calidad de cualquier producto o servicio al cliente, la empresa cementera a través del representante y —Signatarios Autorizados”⁷¹ del laboratorio de control de calidad es el responsable de que se conozca y aplique el Manual de Calidad de Laboratorio y se dé cumplimiento del Sistema de Gestión Integral, en éste se encuentran documentadas las funciones y responsabilidades específicas de cada uno de ellos.

3.8. Objetivos del sistema de gestión, Manual de Calidad de Laboratorio

En la empresa cementera, se tiene presente el concepto de —Calidad” cuando se elabora un producto o cuando se presta un servicio. Por tal razón, la empresa cementera hace necesario cumplir con los siguientes objetivos del sistema de gestión:

1. **Entrega de informes de resultados** a clientes en tiempo y forma, estos deben contar con las características solicitadas por el cliente y lo que marca la norma.

Criterio de aceptación: El cumplimiento de este objetivo es evidenciado con la entrega oportuna del informe a los clientes cuando estos lo solicitan, por parte del Laboratorio de Control de Calidad, el objetivo es de 2 días hábiles.

La forma de medirlo: será cuantificando el tiempo que el Laboratorio de Control de Calidad tarda en entregarlo dicho informe (Anexo 6 Seguimiento de objetivos – Entrega de informe).

⁶⁹ Dicha política es redactado en “segunda persona” en este caso, la interjección ¡sus!, describe las acciones del protagonista “la organización” ante clientes y los procesos.

⁷⁰ Idem. 91

⁷¹ Persona responsable del área de pruebas, propuesta por el laboratorio de control de calidad y autorizada por EMA (Entidad Mexicana de Acreditación, A.C.) para firmar y endosar los informes de pruebas emitidos por el laboratorio. (Empresa cementera, 2007)

2. **Contar siempre con personal capacitado y calificado** para las tareas que se desarrollan en el Laboratorio de Control de Calidad.

Se considera primordial el cumplimiento de este objetivo de calidad con éste se logra la completa satisfacción del cliente al crear confianza, en el sentido de saber que el producto que recibe por parte de la empresa cementera ha sido controlado por personal capacitado. Para ello, se ha desarrollado por parte del Laboratorio de Control de Calidad y en conjunto con el Proceso de Recursos Humanos un programa de capacitación que permita contar con evidencia objetivo de su cumplimiento (anexos 7 y 8 Seguimiento de objetivos Capacitación).

Criterio de aceptación: Horas Hombre (H.H.) de capacitación, el cual es calculado con el siguiente algoritmo (ver figura 6).

$$\frac{\text{Horas hombre capacitadas}}{\text{Horas hombre trabajadas}} \leq 0.5 \% H. H.$$

Figura 6. Algoritmo para el cálculo de capacitación

3. **Minimizar las reclamaciones por servicio de pruebas de laboratorio** recibidas en el Laboratorio de Control de Calidad ó Planta de Concreto, dándole su seguimiento correspondiente hasta el cierre de las mismas, llevando un control de cada una de ellas.

Criterio de aceptación: Será de máximo una queja mensual recibida.

La forma de evidenciar: Es contar con todos los registros de todas las reclamaciones en su formato correspondiente (anexo 9 Seguimiento de objetivos Quejas por servicio de laboratorio).

4. **Determinar la desviación estándar (s) del concreto premezclado** en cuanto a su resistencia a compresión, este es un requisito a cumplir por el producto (Requisito reglamentario)⁷².

Criterio de aceptación: Es evidenciado de manera mensual en los reportes estadísticos elaborados por el Laboratorio de Control de Calidad.

5. **Participar en Pruebas Interlaboratorios**⁷³ cumpliendo con las tolerancias especificadas en ellas.

⁷² Las normas NMX-C-155-1987 y NMX-C-155-ONNCE-2004, establece una **desviación estándar (s)** a cumplir de **3,43 MPa (35 kgf/cm²)** en el caso de resistencia a compresión, esto con el fin de eliminar la ocurrencia de resultados excesivamente bajos.

⁷³ El **objetivo** de realizar estas **Pruebas Interlaboratorios** es hacer la **comparativa** de todos los **Laboratorios de Control de Calidad Acreditados** en **la organización**". La realización de estas pruebas, el análisis de la información, así como la presentación de resultados se apega a lo establecido en el procedimiento para el **Aseguramiento de la calidad de los resultados**.

Los **métodos de prueba** básicas son: Determinación del revenimiento, Determinación de la masa unitaria del concreto fresco, Determinación de la Resistencia a compresión de cilindros de concreto, de tal manera que puedan evaluarse la competencia de cada uno de los laboratorios participantes y determinarse, en caso de aplicar, las **acciones correctivas** para cumplir con los parámetros de variación permitidos.

Criterio de aceptación: Es participar por lo menos una vez al año y quedar dentro de las tolerancias especificadas por el Laboratorio de Control de Calidad (sede) en todas las pruebas ejecutadas.

La verificación del cumplimiento de los objetivos de calidad, se hace cada vez que haya una auditoría interna y/o cuando exista una Revisión por la Dirección.

3.9. Realización del Producto

El desarrollo del producto debe garantizar que los resultados son coherentes con la política de la organización y los objetivos de la calidad.

La empresa cementera debe de identificar cuáles son los requisitos para satisfacer al cliente y partes interesadas y qué límites y obligaciones impone la legislación aplicable para el cumplimiento de estos requisitos.

Se deben establecer y mantener procedimientos para el diseño del lugar de trabajo, procesos, instalaciones, maquinaria y equipo, procedimientos operativos y de organización de trabajo, incluyendo su adaptación a las capacidades humanas con vista a eliminar o reducir riesgos.

La empresa cementera debe de identificar los datos y los requisitos básicos, junto con los criterios para evaluar su adecuación, sobre los que basar el diseño y desarrollo del producto. Este dato puede surgir de las especificaciones técnicas de los clientes, legislaciones y normas técnicas aplicables, diseños, investigación, etc.

También debe indicar los métodos para registrar los resultados de diseño y desarrollo y los métodos para comparar las expectativas con los resultados. Debiendo también revisar que se hayan cumplido las especificaciones básicas del producto, dentro de los criterios preestablecidos y aceptados.

3.10. Requisitos para los productos objetivos de la calidad ISO 9001:2008

La ~~—Al~~ Dirección” en conjunto con el ~~—Comité~~ de Gestión” de la empresa cementera establecen los objetivos de la calidad del Sistema de Gestión Integral y de los procesos declarados en el sistema de tal forma que estos objetivos sean coherentes con las Políticas de Calidad.

Involucrando las funciones y niveles que se consideren pertinentes de la organización e incluyendo aquellos que sean necesarios para:

“Cumplir con los requisitos del concreto premezclado”

Al hablar de Políticas de calidad del sistema de gestión de ~~—al~~ organización” me refiero además de la política de calidad, a la política de seguridad y política de medio ambiente. De las cuales solo haremos mención debido a que por obvias razones estas quedan fuera del alcance de este trabajo de tesis.

Cuando se establecen los objetivos de la calidad, se consideran los siguientes factores para su formulación:

1. Requerimientos legales y otros, aplicables a la actividad de ~~—al~~ organización”.
Recordemos la actividad es: ~~—Productor~~ de concreto premezclado profesional”.
2. Las opciones tecnológicas.
3. Los requerimientos financieros necesarios para la implementación de dichos objetivos.

4. Los requerimientos operacionales y de negocio.
5. Los puntos de vista de las partes interesadas.

Adicionales a los criterios arriba enlistados, Además para los objetivos de calidad se pueden considerar objetivos como:

1. La puntualidad en el servicio del suministro.
2. La desviación estándar del concreto premezclado.
3. Los ajustes.
4. Las quejas.

Los objetivos establecidos por –al organización” deben tener como mínimo las siguientes características.

1. Ser medibles.
2. Contar con un indicador o meta que permita su monitoreo en los períodos de desarrollo del objetivo, no solo al final de estos.
3. Tener o estar ligados a un programa de cumplimiento, que incluya responsables definidos, acciones concretas y tiempos específicos de cumplimiento.
4. Ser monitoreados en períodos específicos.

Respecto al punto 7.1 a de la misma ISO 9001:2008 donde son establecidos los criterios para la realización del producto y a continuación cito:

ISO 9001:2008	ISO/IEC 17025:2005-2006	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS CRITERIO
7.1		

La organización debe planificar y desarrollar los procesos necesarios para la realización del producto. La planificación de la realización del producto debe ser coherente con los requisitos de los otros procesos del sistema de gestión de la calidad (véase 4.1) –Requisitos generales” (de esta norma mexicana [ISO 9001:2008]).

Durante la planificación de la realización del producto, la organización debe determinar, cuando sea apropiado, lo siguiente:

- I. Los objetivos de la calidad y los requisitos para el producto.
- II. La necesidad de establecer procesos y documentos, y de proporcionar recursos específicos para el producto.
- III. Las actividades requeridas de verificación, validación, seguimiento, medición, inspección y ensayo/prueba específicas para el producto así como los criterios para la aceptación del mismo.
- IV. Los registros que sean necesarios para proporcionar evidencia de que los procesos de realización y el producto resultante cumple con los requisitos (véase 4.2.4) –control de registros” (de esta norma mexicana [ISO 9001:2008]).

El resultado de esta planificación debe presentarse de forma adecuada para la metodología de operación de la organización.

Nota 1 Un documento que especifica los procesos del sistema de gestión de la calidad (incluyendo los procesos de realización del producto) y los recursos a aplicar a un producto, proyecto o contrato específico, puede denominarse plan de calidad.

Nota 2 La organización también podría aplicar los requisitos citados en el apartado 7.3 —Diseño y desarrollo” (de esta norma mexicana [ISO 9001:2008]) para el desarrollo de los procesos de realización del producto.

3.11. Planificación para la realización del producto

La planificación para la realización del producto declarado en el Manual de Gestión Integral de —la organización” contempla los siguientes elementos:

- I. **A través del “Macroproceso”** de —la organización” es donde son determinados los procesos necesarios referentes a los rubros de (calidad, seguridad y medio ambiente), a través de toda —la organización” necesarios para el Sistema de Gestión Integral.
- II. En los —Mapas de Procesos” es donde están descritos los elementos necesarios para el desarrollo efectivo de los procesos, en él se encuentran establecidos:
 - a. Los recursos.
 - b. Los documentos.
 - c. Los registros.
 - d. Los indicadores de desempeño.
 - e. Los criterios de aceptación, etc.

3.12. Plan de Calidad.

En el procedimiento operativo llamado —Plan de Calidad” son definidas las especificaciones a cumplir para cada etapa de los materiales y los productos en el proceso de producción, como son las:

1. Materias primas
2. El concreto premezclado en:
 - a. Estado fresco, y
 - b. Estado endurecido.

El objetivo de este procedimiento operativo de: —Establecer las inspecciones y pruebas aplicables a la materia prima y al producto final”.

Lo primero que es establecido en el procedimiento operativo —Plan de Calidad” es la clasificación de los productos para ello, —la organización” los clasifica en tres grupos:

1. Cuando el cliente asume la responsabilidad del diseño.
2. Cuando el cliente fija el contenido mínimo del cemento, y
3. Cuando —la organización” asume toda la responsabilidad del diseño, en esta clasificación de productos se encuentran los denominados:

- a. Productos de línea “**Concretos de línea**”: Estos están **sancionados** bajo la norma mexicana **NMX-C-155-ONNCCE-2004**⁷⁴ NMX_C_155:2004, su **variante** es “**000**” y su formulación es generada en el momento por el sistema de cálculo de dosificación.
- b. Productos especiales “**Concretos especiales**”: Estos son desarrollados por “la organización” con el fin de satisfacer una necesidad detectada y/o una especificación acordada con el cliente.

Tiene **variante diferente** de “**000**” y generalmente como ya se mencionó considera especificaciones del cliente, requiriendo una formulación particular y se genera fuera del sistema de cálculo de dosificación, es decir, su diseño se logra de acuerdo al procedimiento operativo “Control de Diseño”⁷⁵, alimentándose al mismo sistema las cantidades a dosificar.

A continuación de manera gráfica, se establecerá la información que describe las características del producto y la cual es utilizada por todos los Procesos de “la organización” para la identificación de los mismos.

Para este efecto, el proceso de Control de Calidad, a través del Procedimiento Operativo “Plan de Calidad” ha definido un Código de identificación único para cada producto, y así poder interpretar a que producto corresponde (Figura 7).

Este código de identificación “código largo” está diseñado de la siguiente forma:



Figura 7.- Código de identificación del producto “Código largo”.

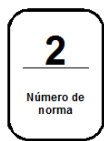
El código de identificación único “código largo” está sancionado⁷⁶ por la norma NMX_C_155:2004 “Industria de la construcción – Concreto – Concreto Hidráulico Industrializado – Especificaciones”.

⁷⁴ Norma Mexicana NMX-C-155-ONNCCE-2004 “Industria de la Construcción – Concreto – Concreto Hidráulico Industrializado – Especificaciones”. El objetivo de esta norma mexicana es establecer las especificaciones que debe cumplir el concreto hidráulico fresco y endurecido; el cual es utilizado como materia prima para construcción y es entregado en estado fresco a pie de obra.

⁷⁵ Este procedimiento operativo tiene como objetivo: “Asegurar que el producto “concreto” que se suministre cumpla con los requisitos del cliente y/o las especificaciones de la normatividad vigente”.

⁷⁶ Al hablar de “sancionado”, nos referimos a la normatividad que debe de cumplir el producto. Los requisitos “no establecidos por el cliente” pero que se consideran necesarios como **requisitos reglamentarios** estos se encuentran en el área de control de calidad y se encuentran documentados en el Proceso Operativo “Plan de Calidad” o el que aplique para un proyecto especial, incluyendo las consideraciones técnicas derivadas de las normas oficiales aplicables al producto.

A continuación se identifican y describen cada uno de ellos, para su mejor interpretación:



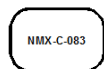
El primer número corresponde a la Norma a la cual se debe dar cumplimiento es decir, la normatividad que debe de cumplir el producto, para ello, –al organización” ha definido el número “2” para la norma NMX-C-155:2004



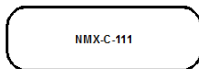
Cabe aclarar que –al organización” tiene identificados otros números, inclusive algunas letras con el fin de dar cumplimiento en las especificaciones que debe cumplir el producto en función de otra normatividad las cuales no serán mostradas.



El segundo número corresponde a la Resistencia a la compresión que debe de cumplir el producto, este, está sancionado por la norma mexicana NMX-C-083-ONNCCE-2002⁷⁷ NMX-C-083:2002, en esta, se encuentran los métodos de prueba para la determinación de la resistencia a compresión del concreto, y en el caso particular de los Laboratorios de Control de Calidad la –istencia a compresión en especímenes cilíndricos moldeados”.



El tercer número y cuarta letra corresponden al –tamaño máximo del agregado grueso” en caso de que el diseño del concreto incluya agregados grueso –cava”, hago esta aclaración debido a que existen productos que no tienen agregado grueso como por ejemplo: –morteros y Rellenos Fluidos”, en este caso en su lugar se coloca el origen del agregado fino. La letra corresponde al –origen del agregado grueso”. Ambos sancionados por la norma mexicana NMX-C-111-ONNCCE-2004⁷⁸



–La organización” ha definido que en el espacio correspondiente a –tamaño máximo de agregado”, solo se utilizará el primer número correspondiente a este, por ejemplo: para un agregado de tamaño máximo de 20 mm el número que le corresponde es (2), para un agregado de tamaño máximo de 40 mm el número que le correspondería según este criterio es (4), y este criterio aplica para otros tamaños.

La letra está en función de una clasificación que –al organización” ha hecho para cada uno de los orígenes de agregado utilizados en su producción, esta clasificación está en función del nombre del origen del agregado, es decir: al ser utilizada una letra –C se refiere a que el origen del agredo es de origen –Calizo ó Caliza”, otro ejemplo podría ser cuando es utilizado la letra “A” este letra se refiere al origen del agregado –arena”.

Existen por lo menos 7 letras más que clasifican el origen de los agregados dentro de –al organización”, las cuales considero que no es necesario enunciarlas todas.

⁷⁷Norma Mexicana NMX-C-083-ONNCCE-2002 –Industria de la Construcción – Concreto – Determinación de la Resistencia a la compresión de cilindros de concreto – Método de Prueba”, esta norma mexicana establece los métodos de prueba para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en especímenes cilíndricos moldeados y corazones de concreto con masa volumétrica mayor a 900 kg/cm³.

⁷⁸Norma Mexicana NMX-C-111-ONNCCE-2004 –Industria de la Construcción – Agregados para concreto hidráulico – Especificaciones y métodos de prueba”, esta norma mexicana establece los requisitos de calidad que deben cumplir los agregados naturales y procesados, de uso común para la producción de concretos de masa normal.

Cabe hacer mención que la determinación del origen del agregado es con base en la norma mexicana NMX-C-265-1984⁷⁹, en la cual se encuentran establecidos el procedimiento para el examen petrográfico de muestras representativas de materiales propuestos para ser empleados como agregados para concreto.

28

Edad de garantía (días)

En el quinto número se encuentra determinada la “~~edad~~ edad de garantía” manifestada en “~~días~~”, esta se refiere al tiempo “~~edad~~ edad especificada”, en el cual se debe de llegar a la resistencia especificada por el producto.

Edad de garantía

14

Revenimiento o Flujo de Revenimiento (cm)

El sexto número es el correspondiente al “~~avenimiento~~”⁸⁰, este se encuentra sancionado por la norma mexicana NMX-C-156-1997-ONNCCE. NMX-C-156:2010⁸¹, en esta norma mexicana se establece el procedimiento para determinar la “~~consistencia~~” del concreto hidráulico en estado fresco, con la aplicación de esta norma mexicana se obtiene valores confiables de revenimiento en un intervalo de 2 a 20 cm, en concretos que tengan agregados menores a 50 mm como tamaño máximo nominal del mismo.

NMX-C-156

0

Tipo de descarga (Tiro directo o Bombeable)

El séptimo número, el correspondiente a “~~tip~~ de descarga” “la organización” ha establecido dos valores:

“0” cero: Corresponde al tipo de colocación conocido como “~~Tiro directo~~”, en otras palabras, donde no es requerido ningún tipo de “~~equipo de bombeo~~” para la descarga del concreto del camión revolvedor (CR), al elemento de concreto o su disposición final.

Método de colocación

“1” uno: Corresponde al tipo de colocación conocido con “~~Bombeable~~”, donde sí es requerido “~~equipo de bombeo~~” para la colocación del concreto en su sitio (elemento) o su disposición final.

No necesariamente un concreto bombeado (con número 1, en el espacio correspondiente al “~~tip~~ de descarga”) requiere de equipo de bombeo, en la asignación de este valor, también son considerados otros criterios no necesariamente relacionados con el equipo de bombeo, es decir, existen criterios propios de las características de armado de los elementos de concreto a colar que son necesarios considerar al momento de clasificar (identificar con su código largo) los productos.

3

Tipo de cemento

El octavo número le corresponde al “~~tip~~ de cemento” utilizado en la fabricación del producto “~~concreto~~ premezclado”, este número está relacionado a una clasificación que “~~al~~ organización” hace a los tipos de cemento con los que son fabricados los productos, esta clasificación es la siguiente (ver Tabla No. 3).

NMX-C-414

⁷⁹Norma Mexicana NMX-C-265-1984 Industria de la construcción – Agregados para concreto – Examen petrográfico – Método de prueba”. En esta norma mexicana se establecen los procedimientos para el examen petrográfico de muestras representativas de materiales propuestos para emplearlos como agregados para concreto, por medio de microscopio óptico, para mayor detalle de esta norma, consultar la misma.

⁸⁰ Revenimiento, se entiende por “~~consistencia~~”.

⁸¹Norma Mexicana NMX-C-156-1997-ONNCCE Industria de la construcción – Concreto – Determinación del revenimiento en el concreto fresco”, esta norma mexicana establece los procedimientos para determinar la consistencia del concreto fresco mediante el revenimiento. Esta prueba no es aplicable en concreto con tamaño máximo nominal del agregado mayor de 50 mm.

Cemento	Número
CEMENTO PORTLAND ORDINARIO CPO 40	1
CEM. PORT. ORD. CPO 30 R RS BRA	2
CEMENTO PORTLAND COMPUESTO CPC 40	3
CEMENTO PORTLAND COMPUESTO CPC 30 R	4
CEMENTO PORTLAND PUZOLANICO CPP 30 R	5
CEMENTO PORTLAN. ORDI. BLANCO CPO 30 R/B	7
CEMENTO PARA MORTERO	8
CEMENTO PORTLAND ORDINARIO CPO 30 R	A
PORTLAND COMPUESTO BLANCO CPC 30 R / B	G
C. PORTLAND PUZOLANICO CPP 30 R RS	H
CEMENTO TIPO IP (ASTM C595)	I
CEMENTO PORTLAND COMPUESTO CPC 30 R RS	J
CEMENTO TIPO K	K
IMPERCEM	M
CEMENTO PORTLAND COMPUESTO CPC40 RS	O
CEMENTO MAQUILA	Y

Tabla No. 3 Tabla de clasificación de tipos de cemento utilizados en la fabricación del producto.

En el número utilizado para ejemplificar este código de identificación, el número “3” le corresponde a un Cemento Portland Compuesto CPC 40.

Este octavo número se encuentra sancionado por la norma mexicana NMX-C-414-ONNCCE-2004⁸² NMX-C-414:2004



El noveno y último número, le corresponde a la “variante”, esta es la que le da el nombre al producto —concreto de línea” (variante 000).



Existen 4 grandes grupos en los que se pueden clasificar las variantes estas son: Concretos de línea, Concretos especiales, Concretos especificación del cliente y Concretos sustentables.

3.13. Requisitos no establecidos por el cliente

Cabe hacer mención que durante la Planificación de la realización del producto están involucrados otros procesos distintos al Control de Calidad, como por ejemplo, el Proceso de Producción - Despacho, el Proceso Comercial quienes planifican la realización del producto, verificando antes de la aceptación de los pedidos, que se cuenta con la capacidad suficiente para cumplir con los requisitos del cliente como son:

- Horarios pactados de entrega de concreto premezclado,
- Volúmenes,
- Servicio de bombeo, entre otros.

Los pedidos son monitoreados por el proceso de Producción junto con Central de Despacho durante el desarrollo de los suministros, realizando los ajustes necesarios en los tiempos y las cantidades que se suscitan en las obras.

Durante la Planificación de los requisitos relacionados con el producto donde interviene el Proceso de Control de Calidad cuando se considera apropiado se planifica:

⁸²Norma Mexicana NMX-C-414-ONNCCE-2004 —Industria de la construcción – Cementos Hidráulicos – Especificaciones y Métodos de Prueba”. Esta norma mexicana establece las especificaciones y métodos de prueba aplicables a los diferentes tipos de cemento hidráulico de fabricación nacional o extranjera que se destinen a los consumidores en México.

1. La guía para el proceso de dosificación y en el caso de emplear alguna materia prima (especial) adicional, diferente a la comúnmente utilizada, el Proceso de Control de Calidad informa al Proceso de Producción la forma de dosificarla, las cantidades a emplear con sus respectivos rangos de tolerancia de dosificación,
2. Las actividades de verificación de Plantas dosificadoras y de las Unidades Revolvedoras —Comión Revolvedor”, actividades previas al inicio de dosificación de materias primas para la producción de concreto premezclado,

Entre otras, es importante mencionar que cualquier actividad relacionada con la Planificación de los Requisitos relacionados con el producto se tiene que dejar evidencia objetiva del cumplimiento, en otras palabras —Registros de Calidad”.

Para la Determinación de los requisitos relacionados con el producto, —al organización a través del Proceso Comercial (es el proceso responsable de determinar los requisitos especificados por el cliente), solo haremos un listado de ellos, y nos centraremos en los Requisitos no establecidos por el cliente, pero que se consideran necesarios como Requisitos reglamentarios, estos se encuentra en el Proceso de Control de Calidad y están documentados en el Plan de Calidad, incluyendo las consideraciones técnicas derivadas de las normas oficiales aplicables al producto.

Como requisitos especificados por el cliente y el producto se pueden incluir básicamente documentos contractuales enfocados en los siguientes objetivos:

1. Ajustes a documentos contractuales, en este sentido, —al organización” se reserva el derecho de revisarlo para su cumplimiento y de llegar a un acuerdo si se formaliza dicho contrato.
2. Realizar acuerdos contractuales a solicitud del cliente o cuando el Proceso Comercial lo considere necesario por el volumen de concreto a suministrar, la solvencia moral, económica o cualquier otra situación que lo justifique.
3. Otros documentos contractuales —carta convenio”, donde queden establecidos los requisitos a cumplir por ambas partes, pero que la trayectoria —histórica” del cliente y/o su solvencia económica no hace necesaria una formalidad mayor.
4. Para ventas de contado, donde se extiende un recibo de venta, el documento donde se registra e informa a los involucrados las condiciones a cumplir.
5. El grado de responsabilidad, los tiempos de espera y cualquier otro criterio que se considere necesario son aclarados por el Proceso comercial al Cliente antes de formalizar cualquier relación comercial.

En los suministros, donde no existe la presencia de un asesor comercial, es decir, donde el cliente hizo contacto directo con —al organización” a través de la Central de Despacho, se determinan los requisitos especificados por el cliente para el suministro de Concreto Premezclado, se considera la aceptación del mismo, la firma de la remisiones de entrega por parte del cliente (a menos que exista alguna anotación de inconformidad por parte del cliente).

Como requisitos especificados por el cliente posteriores a la entrega o suministro de Concreto Premezclado —al organización” tiene considerado dos actividades, y en una de ellas es donde el Proceso de Control de Calidad tiene la responsabilidad, esta actividad es:

1. Identificación y evaluación de Requisitos Legales y Reglamentarios,
2. Informar los resultados de los muestreos realizados al concreto hidráulico, los cuales están disponibles cuando el cliente los requiera.

La norma ISO requiere que la organización identifique y controle los requisitos legales y reglamentarios aplicables a sus productos y servicios, siendo opción de cada organización el cómo hacer esta actividad dentro de su Sistema de gestión.

En cuanto a la determinación de los requisitos relacionados con el producto y en particular con los requisitos legales y reglamentarios, aplicables al producto y/o servicio de laboratorio, —al organización” los tiene identificados y evaluados a través de la —Matriz de Requisitos Legales”. Siendo a través del —Procedimiento para la identificación y evaluación de requisitos legales”, cuyo objetivo es: Establecer los mecanismos mediante los cuales la organización identifican, actualizan, comunican, verifican y evalúan el cumplimiento de las leyes, reglamentos, normas y otros requerimientos en materia de Calidad.

A través de los responsables de cada área de —al organización” se accede a las bases de información legal ya sea en forma electrónica o con comunicación directa con las autoridades correspondientes con el fin de identificar los requisitos legales.

Alguna de las fuentes de información para el acceso a la identificación de requisitos legales las enlisto a continuación:

Tipo	Área
	Calidad
Federal	www.onncce.org.mx
	www.stps.gob.mx
	www.economia.gob.mx
	www.sct.gob.mx
Estatad	Gaceta del estado
	Contacto directo con las autoridades de la dependencia.
Municipal	Gaceta del Municipio
	Contacto directo con las autoridades de la dependencia.
Corporativo	A través de la Dirección Técnica de la propia organización
Otros	del Cemento y del Concreto, A.C.
	ACI; American Concrete Institute
	AMIC; Asociación Mexicana de Investigadores de la Comunicación

Tabla No. 4 Tabla de algunas de las fuentes de información para el acceso a la identificación de requisitos legales.

Una vez identificados los requisitos legales aplicables en materia de calidad, se registran en la “Matriz de Identificación y Verificación de Cumplimiento de Requisitos Legales”. La matriz contiene una identificación genérica de los requisitos legales y reglamentarios aplicables a calidad por lo que cada unidad de negocio “cada plaza” debe realizar una selección de la legislación aplicable en función de sus pruebas acreditadas y complementar con este criterio la selección de los requisitos que le aplica, es conveniente aclarar que la matriz es aplicable a “todos los procesos de la organización, a todas las zonas, todas las plazas y todas las plantas”.

La “Comunicación Interna de los requerimientos legales aplicables” se logra a través del Representante de la Dirección”, es quien determina cuales son los requerimientos legales que deben ser comunicados y distribuidos a los responsables de área jefes de Planta y/o Jefes de Operación dentro de “la organización”.

Informados los responsables de área deben de implantar las medidas que sean necesarias para dar cumplimiento a los requisitos legales aplicables en materia de calidad, medio ambiente y seguridad, según corresponda.

La Verificación y evaluación del cumplimiento de los requisitos legales aplicables, en materia de calidad se logra a través de “Auditorías Internas y/o corporativas”.

3.14. Trazabilidad de las mediciones.

Un factor determinante en la calidad de un producto o servicio es la confianza que se tiene en las mediciones realizadas para evaluar su conformidad, tal confianza en las mediciones, incluye la trazabilidad a patrones reconocidos.

Desde el punto de vista más elemental, la medición es un proceso que tiene por objetivo determinar el valor de una magnitud particular, es decir del “mensurado”, siguiendo una serie de operaciones bien definidas, las cuales deben estar documentadas. Este proceso incluye el acto en sí de medir para la adquisición de los datos, el procesamiento de los mismos y la expresión del resultado final.

Siempre que se realiza una medición, es inevitable que se cometa errores debido a muchas causas, algunas de estas causas pueden ser controladas y otras por el contrario, son incontrolables o inclusive desconocidas. Por ello, para realizar mediciones con calidad y obtener resultados confiables es necesario que las personas que realizan las mediciones tengan el conocimiento, la técnica y la disciplina necesarios.

Cuando se expresa el resultado de la medición, además del valor estimado del mensurado, es necesario evaluar y expresar la “incertidumbre de la medición”⁸³.

La Trazabilidad es un proceso donde la indicación de un equipo de medición (o el valor de una medida materializada) puede ser comparada, en una o más etapas, con un patrón nacional para el mensurado⁸⁴ en cuestión.

El vocabulario internacional de términos básicos y generales de metrología VIM 1993⁸⁵ define a la trazabilidad como: “propiedad del resultado de una medición o el valor de un

⁸³La incertidumbre de la medición es considerada como una figura de mérito, es decir, “un índice de calidad de la medición” que proporciona una base para la comprensión de los resultados de las mediciones, dando una medida de confiabilidad en los resultados.

⁸⁴*Mensurado* es el objeto, sustancia o fenómeno sobre el que se determina una característica específica. La especificación del mensurado puede requerir indicaciones acerca de magnitudes tales como el tiempo, temperatura, etc., que ayudan a definir sin ambigüedad el mismo.

⁸⁵International Vocabulary of Metrology, por sus siglas en ingles.

patrón, por el cual puede ser relacionado con los patrones de referencia, usualmente patrones nacionales o internacionales, a través de una cadena continua de comparaciones, teniendo establecidas las incertidumbres”.

Le entidad Mexicana de Acreditación (EMA), a través del —Manual de Procedimientos Trazabilidad de las Mediciones Política⁸⁶” define —Trazabilidad Metrológica” como:

—Propiedad de un resultado de medida por el cual el resultado puede relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medida”. (Entidad Mexicana de Acreditación, A.C. (EMA), 2012).

3.15. Calibración – Verificación

¿Qué diferencia existe entre calibración y verificación?, quizá sea lo primero que debemos establecer:

La calibración según el vocabulario internacional es —el conjunto de operaciones que establecen, en condiciones especificadas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento de medida o un sistema de medida, o los valores representados por una medida materializada o por un material de referencia y los valores correspondientes de esa magnitud realizados por patrones”.

La calibración determina las —características metrológicas⁸⁷” del instrumento o del material de referencia y se realiza mediante comparación directa con patrones de medida o materiales de referencia certificados.

La calibración da lugar a un —Certificado de calibración”, y en la mayoría de los casos se fija una etiqueta al instrumento calibrado.

La verificación por su parte, **consiste en** revisar, inspeccionar, ensayar, comprobar, supervisar, o realizar cualquier otra función que establezca o documente que los elementos, procesos, servicios o documentos están conformes con los requisitos especificados.

Se puede decir que la verificación es una —calibración relativa” ya que no se está tan interesado en el resultado final como en saber si, a partir de ese resultado, se cumple o no unos requisitos especificados. Para pronunciarse al respecto, debe tenerse en cuenta la —incertidumbre” asociada al resultado —incertidumbre de la medición”.

Uno de los requisitos de la norma mexicana [ISO 9001:2008], es el —Control de los equipos de seguimiento y de medición”, el cual se muestra a continuación:

ISO 9001:2008	ISO/IEC 17025:2005-2006	NMX-C-155-ONNCCE-2004
7.6		

La organización debe determinar el seguimiento y la medición a realizar y los equipos de seguimiento y medición necesarios para proporcionar la evidencia de la conformidad del producto con los requisitos determinados.

⁸⁶ El objetivo de esta Política es: Establecer los lineamientos que deben cumplir las unidades de verificación y los laboratorios de calibración, ensayo y clínicos en cuanto a trazabilidad de las mediciones.

⁸⁷Rasgo distintivo que puede influir sobre los resultados de la medición. (Las características metrológicas pueden estar sujetas a calibración).(Instituto Mexicana de Normalización y Certificación A.C., 2008)

La organización debe establecer procesos para asegurarse de que el seguimiento medición pueden realizarse y se realizan de una manera coherente con los requisitos de seguimiento y medición.

Cuando sea necesario asegurarse de la validez de los resultados, el equipo de medición debe:

- I. Calibrarse o verificarse, o ambos, a intervalos especificados o antes de su utilización, comparado con patrones de medición trazables a patrones de medición internacionales o nacionales; cuando no existan tales patrones debe registrarse la base utilizada para la calibración o la verificación.
- II. Ajustarse o reajustarse según sea necesario.
- III. Estar identificado para poder determinar su estado de calibración.
- IV. Protegerse contra ajustes que pudieran invalidar el resultado de la medición.
- V. Protegerse contra los daños y el deterioro durante la manipulación, el mantenimiento y el almacenamiento.

Además, la organización debe evaluar y registrar la validez de los resultados de las mediciones anteriores cuando se detecte que el equipo no está conforme con los requisitos. La organización debe tomar las acciones apropiadas sobre el equipo y sobre cualquier producto afectado.

Deben mantener registros de los resultados de la calibración y la verificación.

La empresa cementera, a través de su Manual de Gestión Integral cuenta con los siguientes dispositivos de seguimiento y medición para evidenciar la conformidad de los productos con los requisitos determinados en cada unidad de negocio y a su vez en cada laboratorio de control de calidad.

1. El responsable de control de calidad verifica que el personal encargado de realizar las actividades de seguimiento y medición, realice correctamente estas actividades, además, asegura que el equipo utilizado es apropiado para su realización.
2. Se mantiene el equipo de inspección, de medición y de prueba calibrado y/o verificado según corresponda, para demostrar la conformidad del concreto hidráulico con los requisitos especificados en todas las etapas del proceso.
3. Los equipos de seguimiento y medición para proporcionar la evidencia de la conformidad del producto con los requisitos determinados, son calibrados y/o verificados a intervalos especificados, estos intervalos están indicados en el programa de verificación y/o de calibración de cada laboratorio. El Analista de Control de Calidad asegura el cumplimiento de este programa.
4. La calibración y/o verificación de los equipos es realizada con instrumentos que cuenten con un informe de calibración y con la trazabilidad a patrones nacionales ó internacionales.
5. La verificación de los equipos es realizada con un procedimiento operativo llamado —Procedimiento para la verificación y calibración de equipo”, en este procedimiento se consideran los cuidados en cuanto al manejo, preservación, almacenamiento y la salvaguarda del equipo de laboratorio. Cada equipo cuenta con una identificación que muestra el estado de calibración y/o verificación.

6. El recibir el informe de los servicios de calibración, se revisa comparándolo contra las especificaciones de “la organización” para su aprobación.
7. Cuando un equipo no cumple con los criterios definidos de calibración o de verificación se colocan letreros o se marca con color el equipo, para asegurar que no sean utilizados por ninguna persona. Posteriormente, se efectúa una revisión de los registros de las pruebas que se hayan realizado con él para determinar la validez de los resultados de las mediciones efectuadas y las acciones correctivas y preventivas en caso de ser necesarias.

Los requisitos de trazabilidad de la medición y los procedimientos de control de calidad asociados para laboratorios son especificados por la norma mexicana [ISO/IEC 17025:2005], en su punto 5.6.1 “Trazabilidad de las mediciones”, la cual establece lo siguiente:

ISO 9001:2008	ISO/IEC 17025:2005-2006	NMX-C-155-ONNCCE-2004
	5.6.1	

Generalidades.

Todos los equipos utilizados para los ensayos o las calibraciones, incluidos los equipos para mediciones auxiliares (por ejemplo, de las condiciones ambientales) que tengan un efecto significativo en la exactitud o en la validez del resultado de ensayo, de la calibración o el muestreo, deben ser calibrados antes de ser puestos en servicio. El laboratorio debe establecer un programa y un procedimiento para la calibración de los equipos.

NOTA: Es conveniente que dicho programa incluya un sistema para seleccionar, utilizar, calibrar, verificar, controlar y mantener los patrones de medición, los materiales de referencia utilizados como patrones de medición, y los equipos de ensayo y de medición utilizados para realizar los ensayos y las calibraciones.

Para asegurar al cliente que las calibraciones o ensayos son realizados con la exactitud requerida, el laboratorio debe ser capaz de demostrar que los instrumentos de medición que usa producen resultados correctos y son controlados de forma apropiada.

Es por eso, que las organizaciones deben asegurar que las mediciones realizadas para evaluar sus productos, servicios o equipos o las mediciones realizadas a sus propios productos, sean trazables a unidades del Sistema Internacional (SI) o a un método de prueba acordado.

Uno de los principales factores que influyen en la exactitud de las mediciones realizadas por un laboratorio es la exactitud de los instrumentos de medición y el mejor medio de evaluar la exactitud de los instrumentos de medición es compararlo con otro instrumento de medición o patrón más exacto.

En ese sentido, la empresa cementera declara en su “Manual de Calidad de Laboratorio” contar con el procedimiento operativo “Procedimiento de verificación y calibración de equipo”, cuyo objetivo es: “Establecer los lineamientos para la identificación, control, manejo, verificación y calibración del equipo utilizado para las pruebas de inspección y medición del concreto”, donde se establece que “Todo el equipo utilizado para la ejecución de pruebas (incluyendo el de las mediciones auxiliares) es calibrado y verificado antes de ser puesto en servicio.

Además declara que los Laboratorios de Control de Calidad no realizan calibraciones, la calibración de los equipos se logra a través de proveedores de servicios seleccionados y evaluados a través del procedimiento operativo —Evaluación y selección de proveedores⁸⁸—. El control ejercido a los proveedores de servicios, equipo y material consumible para laboratorio es definido sobre la base de su capacidad de respuesta a los requerimientos en relación al tipo de producto, la cantidad y el tiempo de entrega. Los equipos, servicios y consumibles que pueden afectar la calidad de los ensayos del alcance solicitado por el laboratorio son:

1. El equipo de laboratorio utilizado en los métodos de prueba sujetos al alcance de acreditación del laboratorio.
2. Los servicios de calibración de equipo mayor:
 - a. La prensa para ensaye a compresión.
 - b. El flexómetro patrón.
 - c. El termómetro patrón.
 - d. El calibrador vernier.
 - e. Las básculas y balanzas
3. Servicios de ensayos de aptitud.

Además declara, que —~~todo~~ el equipo de laboratorio de control de calidad que requiere ser calibrado cuenta con patrones nacionales de referencia” y, en los informes de calibración del equipo se especifica la incertidumbre asociada a cada uno de ellos.

Todas las mediciones hechas por el laboratorio de control de calidad son trazables a las unidades del Sistema Internacional (SI).

⁸⁸El objetivo del procedimiento operativo “Evaluación y selección de proveedores” es “Establecer la forma en que se selecciona y evalúa a los proveedores de materia prima y servicios, con base en su habilidad para cumplir con las especificaciones estipuladas en el Plan de Calidad de la organización”.

4. ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS DE PRUEBA

En la carrera por la calidad no hay línea de meta
Robert William Kearns.

4.1. Introducción.

En la segunda parte de la norma mexicana ISO/IEC 17025:2005, se describen los “requisitos técnicos” relacionados con la realización de ensayos o calibraciones.

Los requisitos se dirigen a aquellos factores que en el caso de un laboratorio contribuyen a la exactitud, fiabilidad y validez de los ensayos y/o calibraciones que realiza, es por esto que en el apartado 5.4 —Métodos de ensayo y de calibración y validación de métodos”, la norma establece que el laboratorio debe aplicar métodos y procedimientos apropiados para todos los ensayos y las calibraciones dentro de su alcance. En este apartado se recogen los requisitos sobre selección y validación de métodos de trabajo del laboratorio.

Además, el laboratorio debe emplear métodos y procedimientos más indicados para:

1. Muestreo,
2. Manipulación de ítems,
3. Transporte,
4. Preparación,
5. Y todas aquellas fases que conformen la operación de ensayo o calibración.

Se debe ser riguroso en la selección de los métodos cuando el cliente no lo especifique. Se seleccionan métodos publicados en normas internacionales y nacionales. Estos métodos previamente validados.

Previo al análisis de validación de cada uno de los métodos de prueba acreditados por el laboratorio de control de calidad, considero importante presentar un resumen del comportamiento de la empresa cementera, al realizar las actividades de “inspección” a la materia prima, mismas que se encuentran documentadas en el procedimiento operativo —Plan de Calidad”, y a continuación expongo.

4.2. Inspecciones aplicables a Materia a prima

4.2.1. Cemento

Para toda la materia prima, la organización ha determinado las inspecciones⁸⁹ y especificaciones a cumplir, a cada una de estas inspecciones se tiene determinado la frecuencia y el personal responsable de realizarla, así como los criterios —“parámetros” de aceptación o rechazo que afecte el comportamiento al producto final.

Respecto a las especificaciones que en particular debe cumplir el —“cemento” se exponen las (tablas 5 y 6). Se tiene considerado para el caso del cemento, que alguna especificación que no esté considerada en alguna de las tablas, el responsable de control de calidad solicitará el certificado de calidad al proveedor correspondiente con sus especificaciones particulares.

Tipos de cemento		Especificación					Frecuencia	Autoridad responsable de Liberación (ARL)	Procedimiento de consulta		
		20	30	30R	40	40R					
		Resistencia a la compresión (N/mm²)									
CPO - Cemento Portland Ordinario	Edad 3 días mínimo	N.E.	N.E.	20	N.E.	30	Mensual (Proveedor envía certificado o Informe de resultados)	Jefe de Control de Calidad Asesor Jr. De Control de Calidad Analista de Control de Calidad (Firma o sella indicando el estado de inspección)	Plan de Calidad		
CPP - Cemento Portland Puzolánico	Edad 28 días mínimo	20	30	30	40	40					
CPEG - Cemento Portland con Escoria Granulada	Edad 28 días máximo	40	50	50	N.E.	N.E.					
	Tiempos de fraguado (min)										
	Inicial (mínimo)	45	45	45	45	45					
	Final (máximo)	600	600	600	600	600					
CPC - Cemento Portland Compuesto	Estabilidad de volumen en Autoclave (%)										
	Expansión (máximo)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8					
CPS - Cemento con Escoria Granulada de Alto Horno	Contracción (máximo)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2					
Inspección en recibo en Planta Dosificadora.	Tipo de cemento	Lo solicitado contra remisión								Cada pipa que llegue a la Planta.	Jefe de Planta Dosificador Laboratorista (Firma o sella la remisión)
	Sellos de protección	Que no se encuentren violados.									

Tabla 5. Especificaciones físicas verificadas al cemento.

⁸⁹El término “*inspección*”-la organización” lo define en su Procedimiento Operativo -Plan de Calidad” como: Una actividad tal como la medición, comprobación, prueba, o comparación de una o más características de un elemento y confrontar los resultados con los requisitos especificados, a fin de establecer el logro de la conformidad, para cada una de estas características. (“La organización”, 2006)

	Punto de medición	Especificación				Frecuencia	Autoridad responsable de Liberación (ARL)	Procedimiento de Liberación
		RS	BRA	BCH	B			
RS - Resistencia a los Sulfatos	Expansión por ataque de sulfatos (máximo % en 6 meses)	0.05	N.E.	N.E.	N.E.	Mensual (Proveedor envía certificado o Informe de resultados)	Jefe de Control de Calidad Asesor Jr. De Control de Calidad Analista de Control de Calidad (Revisan y firman o sellan el certificado o informan los resultados, indicando el estado de Conformidad o No Conformidad).	Plan de Calidad
	Expansión por ataque de sulfatos (máximo % en 1 año)	0.1	N.E.	N.E.	N.E.			
BRA- Baja Reactividad Alkali Agregado.	Expansión por reacción Alkali Agregado (máximo % en 14 días)	N.E.	0.02	N.E.	N.E.			
	Expansión por reacción Alkali Agregado (máximo % en 56 días)	N.E.	0.060	N.E.	N.E.			
BCH - Bajo Calor de Hidratación	Calor de Hidratación (máximo KJ/Kg - Kcal/Kg a 7 días)	N.E.	N.E.	250 (60)	N.E.			
	Calor de Hidratación (máximo KJ/Kg - Kcal/Kg a 28 días)	N.E.	N.E.	290 (70)	N.E.			
B - Blanco	Blancura (mínimo %)	N.E.	N.E.	N.E.	70			
Inspección en recibo en Planta Dosificadora.	Tipo de cemento	Lo solicitado contra remisión				Cada pipa que llegue a la Planta.	Jefe de Planta Dosificador Laboratorista (Firma o sella la remisión)	Procedimiento de Operación
	Sellos de protección	Que no se encuentren violados.						

Tabla 6. Especificaciones especiales verificadas al cemento.

Además se que cuando el cemento se encuentra almacenado y sin movimiento por más de 6 meses en los silos de las plantas, el encargado de Control de Calidad deberá de tomar una muestra representativa para enviarlo a analizar al Centro de Tecnología de la empresa cementera, donde se determinará su factibilidad de uso.

4.2.2. Agua - Hielo

La empresa cementera tiene declarado que el agua - hielo que será utilizada para la elaboración de concreto deberá cumplir con las especificaciones y puntos de medición de la (tabla 7 —Especificaciones del agua”). Al igual que al cemento, considera que: —En caso de encontrar un parámetro fuera de especificación, el responsable de control de calidad, en este caso el —Analista de control de Calidad” informará al —Asesor Jr. De Control de Calidad” quién determinará las acciones a seguir”.

Inspección y/o Actividad.	Punto de medición	Especificación		Frecuencia	Responsable	Procedimiento
		Cementos ricos en calcio.	Cementos Sulfato resistentes.			
Análisis del Informe Químico (*)	Sales e impurezas	Sales e impurezas especificadas en p.p.m. (partes por millón)		De acuerdo al programa anual de muestreo de agua. (mínimo 1 vez al año)	Asesor Jr. De Control de Calidad Analista de Control de Calidad. (Revisa o sella indicando el estado de inspección)	Plan de Calidad
	Sólidos en suspensión					
	En aguas naturales (limos y arcillas)	2000	2000			
	En aguas recicladas (finos de cemento y agregados)	50000	35000			
	Cloruros como CL (a)					
	Para concreto con acero de preesfuerzo y piezas de puente	400 c	600 c			
	Para otros concretos reforzados en ambientes húmedos o en contacto con metales como el aluminio, fierro galvanizado y otros similares.	700 c	1000 c			
	Sulfato como S04 = (a)	3000	3500			
	Magnesio como Mg ++ (a)	100	150			
	Carbonatos como CO3	600	600			
	Dióxido de carbonato disuelto.	5	3			
	Álcalis totales como Na+	300	450			
	Total de impurezas en solución	3500	4000			
	Grasas o aceites	0	0			
Materia orgánica (oxígeno consumido en medio ácido)	150 (lb)	150 (lb)				
Valor de PH	No menor de 6					
Inspección en recibo en Planta Dosificadora.	Procedencia	De una fuente de suministro autorizada		Cada pipa que llegue a planta / revisión semanal del pozo de abastecimiento.	Jefe de planta, Laboratorista (firma o sella la remisión)	Procedimiento Operativo
	Tipo	Natural				
	Limpieza	incolora e Inodora				

Tabla 7. Especificaciones del agua.

La calidad del agua es inspeccionada de acuerdo a lo establecido en el Programa anual de Muestreo de materia prima”, de la muestra obtenida del almacenamiento de la planta, se efectúa un análisis —físico – químico” por un laboratorio acreditado, o bien puede ser utilizado un Kit de Diagnóstico Rápido (DRA).

El Analista de Control de Calidad revisa los resultados del análisis realizado al agua y verifica si existe algún parámetro fuera de control comparando los resultados Vs. Respecto a la (Tabla 6. Especificaciones del Agua), dejando evidencia de esta actividad firmando y sellando el certificado.

4.2.3. Aditivos y Adiciones

Se verificará el certificado de calidad de cada lote que entregue el proveedor, el aditivo deberá cumplir con los parámetros especificados en la (Tabla 8. Especificaciones de los aditivos).

Inspección y/o Actividad	Punto de Medición	Especificación	Frecuencia	Reponsable	Procedimiento
Certificado de Calidad	Nombre y clasificación del producto.	Lo especificado por el proveedor.	Lote y tipo de producto.	Proveedor (entrega del certificado)	Plan de calidad.
	No. De Lote / Fecha de caducidad.				
	Peso específico (gr/ml)				
	Contenido de sólidos (Cloruros)			Jefe de planta revisa indicando el estado de inspección.	
	PH				
	Color				
	Otros (si aplica)				
Inspección en recibo de la Planta dosificadora.	Procedencia	Proveedor autorizado.	Cada embarque que llegue a la planta	Jefe de planta, Laboralista firma o sella la remisión y/o certificado.	Procedimiento Operativo.
	Tipo	El solicitado en la remisión.			

Tabla 8. Especificaciones de los aditivos.

El monitoreo de la calidad de los aditivos, también puede llevarse a cabo mediante el análisis de muestras tomadas de manera aleatoria en planta, antes de ser descargado el aditivo a los tanques de almacenamiento, debiéndose hacer mediante el muestreo de 2 lotes de aditivos diferentes cada mes. Dejando evidencia de esta actividad firmando y sellando el certificado correspondiente.

Cuando el aditivo ha durado almacenado por más tiempo del especificado en la ficha técnica, certificado de calidad y/o informe de resultados, se debe solicitar al proveedor del aditivo, realice un análisis de su aditivo para determinar si es factible su uso o de lo contrario sea desechado y retirado de las plantas. Se tiene considerado realizar “mezclas de pruebas” a nivel laboratorio con el objetivo de verificar el correcto comportamiento del aditivo en una mezcla de concreto.

4.2.4. Agregados

Existe un procedimiento operativo en el proceso de Control de Calidad llamado —Procedimiento para Agregados”, el cual tiene como objetivo —Describir el proceso de ejecución de pruebas básicas que se realizan a los agregados con el fin de obtener sus propiedades físicas para considerarlas en el diseño de mezclas”. Dicho procedimiento considera 7 —pruebas básicas” que se realizan a los agregados en las instalaciones del laboratorio de control de calidad, estas pruebas con las siguientes:

1. Muestreo de agregados (anexo 10 Formato de registro para la identificación de muestras de agregados).
2. Contenido de agua por secado.
3. Reducción de muestras —Cuarteo”, esta prueba tiene como objeto la: —reducción de las muestras de agregados obtenidas en el campo hasta el tamaño apropiado para la prueba; empleando en cada caso una técnica para minimizar las variaciones en características medibles entre la muestra probada y la muestra de campo, está basada en la norma mexicana NMX-C-170-1997-ONNCCE⁹⁰.
 - a. Así como en la norma mexicana el procedimiento operativo de la empresa cementera considera 2 diferentes métodos de —cuarteo”, el primer método conocido como —Método de cuarteo mecánico” y el segundo —Método de cuarteo manual”.
4. Masa volumétrica seca suelta y masa volumétrica varillada seca, estas pruebas usan como referencia la norma mexicana NMX-C-073-ONNCCE-2004⁹¹, esta norma mexicana —establece el método de prueba para la determinación de la masa volumétrica de los agregados finos y gruesos o de una combinación de ambos”, este método es aplicable a agregados cuyo tamaño máximo nominal no exceda de 150 mm. (anexo 11 para el caso de los agregados finos —arenas” y anexo 12 para el caso de los agregados gruesos —gravas”)
5. Granulometrías de agregados gruesos —gravas” y fino —arenas”, estas pruebas usan como referencia la norma mexicana NMX-C-077-ONNCCE-1997⁹², esta norma mexicana —establece el método para el análisis granulométrico de agregados finos y gruesos, con el fin de determinar la distribución de las partículas de diferentes tamaños por medio de cribas”. (Anexo 11 para el caso de los agregados finos —arenas” y anexo 12 para el caso de los agregados gruesos —gravas”).
 - a. Para el caso de la verificación de los requisitos de granulometría de ambos tipos de agregados, la empresa cementera considera los mismos valores con sus tolerancias que marca la norma correspondiente NMX-C-077-ONNCCE-199.
6. Porcentaje que pasa la malla 200 en agregados, esta prueba es conocida como —Pérdida por lavado”, esta prueba usa como referencia la norma mexicana NMX-C-

⁹⁰Norma Mexicana NMX-C-170-1997- ONNCCE Industria de la Construcción – Agregados – Reducción de las muestras de agregados obtenidas en el campo al tamaño requerido para pruebas.

⁹¹Norma Mexicana NMX-C-073-ONNCCE-2004 Industria de la Construcción – Agregados – Masa volumétrica método de prueba”.

⁹²Norma Mexicana NMX-C-077-ONNCCE-1997 Industria de la Construcción – Agregados para concreto – Análisis granulométrico – Método de prueba”.

084-ONNCCE-2006⁹³, esta norma mexicana especifica el método de prueba para determinar el contenido de partículas más finas de la criba 0,075 mm (No. 200) por medio de lavado. Las partículas de arcilla y otras que se disgregan por el agua de lavado y las que son solubles en el agua son separadas durante esta prueba. (anexo 13 para el caso de los agregados finos —arenas” y anexo 14 para el caso de los agregados gruesos —gravas”)

7. Masa específica y absorción de los agregados grueso y fin, este método de prueba usa de referencia las siguientes normas mexicanas

- a. Para el caso de los agregados gruesos —gravas”NMX-C-164-ONNCCE-2002⁹⁴, en esta norma mexicana se establece el método de prueba para la determinación de la masa específica y la absorción del agregado grueso.
- b. Para el caso de los agregados finos —arenas”NMX-C-165-ONNCCE-2004⁹⁵, en esta norma mexicana se establece el método de prueba para la determinación de la masa específica aparente y la absorción del agregado fino en la condición saturado y superficialmente seco. Estos datos se emplean para el cálculo y la dosificación del concreto elaborado con cemento hidráulico.

(Anexo 11 para el caso de los agregados finos —arenas” y anexo 12 para el caso de los agregados gruesos —gravas”).

Cada tipo de agregado es analizado y se verifica su calidad conforme a la (Tabla 9. Parámetros de calidad de los agregados).

Agregados	Inspección y/o Actividad.	Punto de medición.	Especificación.	Frecuencia	Responsable	Procedimiento
(1) Arena (2) Grava	Pruebas.	Muestras de agregados (en planta y/o en lugar de origen) (1) (2)	Programa Anual de Muestreo.	Programa Anual	Jefe de Control de Calidad Asesor Jr. De Control de Calidad. Analista de Control de Calidad	Procedimiento Agregados.
		Granulometría (1) y (2)	Parámetros especificados en la tabla "A" y "B"			
		Masa específica y absorción (1) y (2)	Masa Específica >ó = a 1,8 y Absorción <ó = 12 %			
		Pérdida por lavado (máx.) (1) y (2)	(1) < = 15% y (2) < = 2%*			
		Masa volumétrica suelta y compacta (1) y (2)	>ó = a 1,000 kg/m3			
		Módulo de finura (1)	No menos a 2,3 ni mayor de 3,1 tolerancia de +/- 0,20 (n/a arena cribada)			

⁹³Norma Mexicana NMX-C-084-ONNCCE-2006 Industria de la Construcción – Agregados para concreto – Partículas más finas que la criba 0,075 mm (No. 200) por medio de lavado – Método de Prueba.

⁹⁴Norma Mexicana NMX-C-164-ONNCCE-2004 Industria de la Construcción – Agregados – Determinación de la masa específica y absorción de agua del agregado grueso.

⁹⁵Norma Mexicana NMX-C-165-ONNCCE-2004 Industria de la Construcción – Agregados – Determinación de la masa específica y absorción de agua del agregado fino – Método de prueba.

		Coefficiente de Forma (mín.) (2) solo cuando lo indique el Jefe de Control de Calidad. (J.C.C.)	> = 0,15			
Inspección en recibo en Planta dosificadora.	Inspección	Volumen	El indicado en la remisión	Cada camión que llegue a la planta.	Jefe de Planta Laboratorista Operador de cargador Frontal.	Procedimiento Operativo
		Procedencia	De un proveedor y banco autorizado			
		Tipo u origen	El solicitado en el pedido			
		Limpieza.	Libre de partículas contaminantes **			

Tabla 9. Parámetros de calidad de los agregados.

Notas:

* En caso de cumplir la especificación se debe aplicar lo establecido en el —Procedimiento para Agregados”.

* Se considera como partículas contaminantes: materia orgánica, arcilla, desechos sólidos o cualquier material diferente al agregado que afecte la calidad del concreto.

Todo material que presente deficiencias y demuestre que su uso no afecta el producto final podrá ser utilizado.

En caso de que por —urgencia” (producir sin tener concluidos los estudios correspondientes de los agregados), —al organización” tiene establecido el identificar el volumen de concreto a suministrar con el agregado en estudio y revisar el concreto en estado fresco verificando visualmente el aspecto del concreto y en caso de ser necesario realizar las correcciones (ajustes en el diseño de mezcla) de acuerdo al procedimiento operativo —Ajust y control del concreto no conforme⁹⁶” y comprobando a posteriori los resultados generados por los estudios de los agregados.

Para el caso de agregados almacenados por más de 4 meses, el encargado de control de calidad, deberá tomar una muestra representativa y enviarla al laboratorio para hacerle las pruebas correspondientes. Evitando el uso del material colocando una bandera que indique el estado de inspección en la que se encuentra. Si los resultados de las inspecciones a los agregados en cuestión son satisfactorios, se informa al área de producción para que proceda a utilizar dicho material, en caso contrario se procede a su desecho.

⁹⁶Este procedimiento operativo tiene el objetivo de:” Establecer los procedimientos estándar para la aplicación de los lineamientos de ajustes, así como las especificaciones para concreto no conforme”.

4.3. Métodos de prueba y validación del método (motivo de acreditación).

Todos los que realizan alguna actividad relacionada con la metrología, aplican diferentes métodos de medición.

La forma de aplicar estos métodos de medición es a través de los procedimientos documentados en el Sistema de Gestión establecido por la organización. Los métodos de medición, para ser técnicamente válidos deben estar basados y desarrollados en principios de medición o fundamentos científicos, que den el respaldo teórico y experimental de los mismos.

En cada unidad de negocio o plaza de la empresa cementera cuentan con procedimientos nacionales documentados, los cuales permiten mejorar la eficacia de los procesos y la presentación del servicio, y son colocados en las áreas en donde son desempeñadas estas actividades.

El Laboratorio de Control de Calidad de declara utilizar métodos y procedimientos de prueba dentro de su alcance, estos son:

1. Procedimiento para Concreto Fresco.
2. Procedimiento para Concreto Endurecido.
3. Procedimiento para Agregados, y
4. Procedimiento para Pruebas Especiales al Concreto Fresco y Endurecido.

De los dos primeros procedimientos de prueba (Procedimiento para Concreto Fresco y Procedimiento para Concreto Endurecido), se desprenden los Métodos de Prueba relacionados con el Alcance del Laboratorio de Control de Calidad, motivo de este trabajo de tesis y a continuación enlisto:

1. **NMX-C-161-1997-ONNCCE NMX_C_161:1997**, Industria de la Construcción-Concreto Fresco-Muestreo, esta norma mexicana:
—Establece el método para obtener muestras representativas de concreto fresco, tal como se entrega en el sitio de la obra y con las cuales se realizan las pruebas para determinar el cumplimiento de los requisitos de la calidad convenidos. Este método incluye el muestreo de concreto fresco procedente de mezcladoras estacionarias, de pavimentadoras y de camiones mezcladores, agitadores o de volteo”.
2. **NMX-C-156-ONNCCE-2010; NMX_C_156:2010**, Industria de la Construcción-Concreto-Determinación del Revenimiento en el Concreto Fresco, esta norma mexicana:
—Establece los procedimientos para determinar la consistencia del concreto fresco mediante el revenimiento. Esta prueba no es aplicable en concreto con tamaño máximo nominal del agregado mayor a 50 mm”.
3. **NMX-C-162-ONNCCE-2010 NMX_C_162:2010**, Industria de la Construcción – Concreto – Determinación de la masa unitaria, cálculo del rendimiento y contenido de aire del concreto fresco por el método gravimétrico, esta norma mexicana:
—Define el procedimiento para la determinación de la masa unitaria, cálculo del rendimiento y contenido de aire por el método gravimétrico, es aplicable al concreto fresco industrializado o hecho en obra. Sin embargo, no debe aplicarse a los

concretos secos o de bajo revenimiento, como los que se usan en la fabricación de elemento precolados”.

4. **NMX-C-159-ONNCCE-2004 NMX_C_159:2004**, Industria de la Construcción – Concreto - Elaboración y Curado de Especímenes en Laboratorio, esta norma mexicana:

—Establece los procedimientos para elaborar y curar en el laboratorio, los especímenes de concreto utilizados para las pruebas de resistencia a la compresión, a la flexión y a la tensión diametral”.

5. **NMX-C-160-ONNCCE-2004 NMX_C_160:2004**, Industria de la Construcción-Concreto-Elaboración y Curado en Obra de Especímenes de Concreto, esta norma mexicana:

—Establece los procedimientos para elaborar y curar en obra, especímenes cilíndricos y prismáticos de concreto”.

6. **NMX-C-109-ONNCCE-2004 NMX_C_109:2004** Industria de la Construcción-Concreto –Cabeceo de Especímenes Cilíndricos, esta norma mexicana:

—Establece los procedimientos para cabecear con materiales adheribles o cemento puro a los especímenes cilíndricos de concreto recién elaborados, así como con mortero de azufre a los especímenes cilíndricos y corazones de concreto endurecido, cuando las bases de dichos elementos no cumplen con los requisitos de planicidad y perpendicularidad indicados en las especificaciones aplicables”.

7. **NMX-C-083-ONNCCE-2002; NMX_C_083:2002**. Industria de la Construcción-Concreto-Determinación de la Resistencia a la Compresión de Cilindros de Concreto-Método de Prueba, esta norma mexicana:

—Establece los métodos de prueba para la determinación de la resistencia a compresión del concreto, en especímenes cilíndricos moldeados y corazones de concreto con masa volumétrica mayor a 900 kg/m³”.

En estos procedimientos están incluidos el: muestreo, manejo, transporte, almacenamiento y preparación de los elementos que serán probados, y cuando sea apropiado, una estimación de la incertidumbre para la realización de pruebas.

Cabe hacer mención que los procedimientos operativos relacionados con el Alcance del Laboratorio de Control de Calidad, fueron elaborados con base en la metodología contenida en las Normas Mexicanas y Normas Mexicanas ONNCCE⁹⁷ vigentes; sin embargo, por necesidades operativas se han realizado desviaciones a los métodos de prueba acreditados por el laboratorio, estas desviaciones al método de prueba se encuentran en el “Registro Desviaciones a métodos de pruebas” del Manual de Calidad de Laboratorio de “al organización” (Anexo 15).

Tal como se mencionó en el párrafo anterior, los laboratorios utilizan métodos de prueba basados en Normas Mexicanas y Normas Mexicanas ONNCCE vigentes, en ese sentido, la norma mexicana [ISO/IEC 17025:2005] establece lo siguiente:

⁹⁷Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.

ISO 9001:2008	ISO/IEC 17025:2005-2006	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS CRITERIO
	5.4.2	

El laboratorio debe de utilizar los métodos de ensayo o de calibración, incluidos los de muestreo, que satisfagan las necesidades del cliente y que sean apropiados para los ensayos o las calibraciones que realiza. Se deben utilizar preferentemente los métodos publicados como normas internacionales, regionales o nacionales. El laboratorio debe asegurarse de que utiliza la última versión vigente de la norma, a menos que no sea apropiado o posible. Cuando sea necesario, la norma debe ser complementada con detalles adicionales para asegurar una aplicación coherente.

Cuando el cliente no especifique el método a utilizar, el laboratorio debe seleccionar los métodos apropiados que hayan sido publicados en normas internacionales, regionales o nacionales, por organizaciones técnicas reconocidas, o en libros o revistas científicas especializados, o especificados por el fabricante del equipo. También se pueden utilizar los métodos desarrollados por el laboratorio o los métodos adoptados por el laboratorio si son apropiados para el uso previsto y si han sido validados. El cliente debe ser informado del método elegido. El laboratorio debe confirmar que puede aplicar correctamente los métodos normalizados antes de utilizarlos para los ensayos o las calibraciones. Si el método normalizado cambia, se debe repetir la confirmación. Si el método propuesto por el cliente se considera inapropiado o desactualizado, el laboratorio debe informárselo.

En este sentido y con el fin de satisfacer las necesidades de sus clientes declara hacer uso de “~~los~~ métodos de prueba basados en Normas Mexicanas y Normas Mexicanas ONNCCE⁹⁸ vigentes”; sin embargo añade, que cuando sea requerido, utilizará normas técnicas extranjeras como ASTM⁹⁹.

La Dirección Técnica de los laboratorios de control de calidad, apoya a estos en la actualización de las normas, mismas que son publicadas en el Diario Oficial de la Federación¹⁰⁰, este apoyo se logra a través de la entrega de copias duras de las mismas, ó la inclusión de ellas en el Sistema Norma Control.

Las normas vigentes, son utilizadas para llevar a cabo las actualizaciones y/o modificaciones que apliquen y cuando sean necesarias al Manual de Calidad de la misma “~~organización~~” y a los métodos de prueba establecidos.

En el caso de que el cliente proponga la utilización de un método inapropiado u obsoleto para la realización de alguna prueba, el Laboratorio de Control de Calidad debe de informar inmediatamente dicha observación al cliente. Cuando el cliente solicite que el Laboratorio de Control de Calidad “~~se~~ una metodología no estandarizada”, en Normas Mexicanas y Normas Mexicanas ONNCCE¹⁰¹ vigentes, esta observación debe entregarse

⁹⁸Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.

⁹⁹American Society for Testing Materials.

¹⁰⁰ El *Diario Oficial de la Federación* es el Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, de carácter permanente e interés público, cuya función consiste en publicar en el territorio nacional, las leyes, decretos, reglamentos, acuerdos, circulares, ordenes y demás actos, expedidos por los Poderes de la Federación en sus respectivos ámbitos de competencia, a fin de que estos sean aplicados y observados debidamente. (Secretaría de Gobernación, 2013)

¹⁰¹Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.

por escrito al cliente aclarando que los resultados obtenidos, serán responsabilidad del cliente en el caso de seguir con esta metodología.

1. Declara además en su Manual de Calidad de Laboratorio que los laboratorios de control de calidad ~~no~~ cuenta con métodos desarrollados por personal del laboratorio y no utiliza métodos de prueba que no estén normalizados".
 - a. Para la validación parcial de los métodos de prueba, el laboratorio de control de calidad de realiza lo siguiente:
2. Debe de contar con el procedimiento aplicable documentado en el Sistema de Gestión de la Calidad, en este, debe estar de forma escrita la forma de ejecutar el método de prueba.

Para cumplir con la validación parcial de los métodos de prueba del laboratorio de control de calidad cuenta con el apoyo de documentos complementarios al Manual de Calidad de Laboratorio compuestos básicamente de:

- a. Procedimientos Operativos —procedimientos técnicos” (Tabla 10), en el Manual de Calidad del Laboratorio no están incluidos estos procedimientos, sin embargo, se hace referencia a ellos en el mismo manual y a continuación enlisto:

Nombre del procedimiento
Manual de Calidad de Laboratorio
Control de Documentos y Datos
Control de Registros
Acciones Correctivas y Preventivas
Auditorías Internas
Revisiones por la Dirección
Atención de Quejas
Recursos Humanos y Capacitación
Comunicación Interna y Externa
Concreto fresco
Concreto endurecido
Agregados
Plan de Calidad
Pruebas especiales a concreto fresco y endurecido
Verificación y calibración de equipo
Técnicas Estadísticas
Supervisión de Control de Calidad
Infraestructura y equipo de laboratorios
Confidencialidad, Imparcialidad e Integridad
Revisión de Ofertas, Solicitudes y Contratos
Control de Trabajo de Prueba No Conforme
Estimación de la incertidumbre
Aseguramiento de calidad de los resultados
Evaluación y selección de proveedores de materia prima y servicios

Tabla 10. Tabla de Procedimientos operativos (Procedimientos técnicos).

- II. Debe de contar con el equipo necesario y especificado en los procedimientos de cada método de prueba según aplique a la normatividad de cada laboratorio.

Los laboratorios de control de calidad cuentan con el equipo necesario para realizar las pruebas requeridas por las normas mexicanas vigentes y cada área es responsable del equipo de inspección, medición y prueba que utiliza. El equipo se encuentra en las áreas respectivas de trabajo y cumple con las especificaciones que marcan las normas mexicanas vigentes para la ejecución de pruebas.

3. Tener la verificación y calibración del equipo con el que se realizarán las pruebas.
4. Contar con las instalaciones adecuadas para la ejecución del método de prueba.
5. Mantener las condiciones ambientales propicias de acuerdo a lo estipulado en la norma técnica aplicables.
6. El personal que realiza las pruebas, debe contar con el perfil descrito en la descripción de puesto.
7. El personal que realiza las pruebas, debe estar capacitado.
8. Contar con las pruebas de repetibilidad y reproducibilidad.
9. Contar con la justificación técnica, en caso de tener declarada alguna desviación al método de prueba. Así como tenerla documentada y aceptada por el cliente.
10. Para evidenciar la validación parcial de los métodos es utilizada la ~~lista~~ "Lista de verificación de validación de métodos" y se debe de anexar todos los documentos de referencia que evidencien el cumplimiento de cada uno de los puntos solicitados en la lista de verificación.

4.3.1. Pruebas aplicables al concreto en estado fresco

4.3.1.1. Criterios de aceptación

Los criterios de aceptación y rechazo para las inspecciones y las pruebas al concreto fresco y pruebas al concreto endurecido están definidos en los procedimientos documentados o en el Plan de calidad.

A continuación enlisto las Inspecciones y pruebas al concreto fresco y pruebas concreto al concreto endurecido (tablas 11 y 12 respectivamente).

Inspección y Prueba	Principales características.
Revenimiento	Consistencia de la mezcla.
Rendimiento volumétrico	Cociente del valor de la masa total de todos los ingredientes entre el valor de la masa unitaria del concreto fresco.
Uniformidad de Mezclado *	Homogeneización de la mezcla. * Solo cuando sea requerido por el cliente.

Tabla 11. Inspecciones y Pruebas al concreto fresco.

Inspección y Prueba	Principales características.
Resistencia a la compresión simple.	Capacidad de soportar una carga axial de acuerdo a su diseño.

Tabla 12. Inspecciones y Pruebas al concreto endurecido.

Recordemos que las normas mexicanas que se tienen para la industria de la construcción son, por ley, de carácter voluntario y solo se transforman en obligatorias por decisión de los usuarios.

En este sentido, lo primero que se estableció en el —Plan de Calidad” de —la organización” es la clasificación de los productos, para ello los clasifica en tres grupos, dentro de los tres grupos existe la clasificación donde la empresa cementera asume toda la responsabilidad del diseño, en esta clasificación de productos se encuentran los denominados:

- Productos de línea “**Concretos de línea**”. Estos **están sancionados bajo la norma mexicana NMX-C-155-ONNCCE-2004¹⁰² NMX_C_155:2004**, su variante es “**000**” y su formulación es generada en el momento por el sistema de cálculo de dosificación.

En el procedimiento operativo llamado “**Procedimiento para concreto fresco**” tiene como objetivo —Describir el proceso de ejecución de las pruebas básicas que se realizan al concreto en estado fresco”. El Alcance de dicho procedimiento aplica a las actividades de Control de Calidad.

El procedimiento como ya fue mencionado describe el proceso de ejecución de las siguientes pruebas además se enlisto el equipo necesario para cada una de estas pruebas así como la metodología de cada una de estas pruebas y a continuación se detallan:

¹⁰²Norma Mexicana NMX-C-155-ONNCCE-2004 “Industria de la Construcción – Concreto – Concreto Hidráulico Industrializado – Especificaciones”. El objetivo de esta norma mexicana es establecer las especificaciones que debe cumplir el concreto hidráulico fresco y endurecido; el cual es utilizado como materia prima para construcción y es entregado en estado fresco a pie de obra.

4.3.1.2. Obtención de contenido de agua de agregados

Objetivo: Obtención del contenido de agua de los agregados que serán utilizados en la producción para la corrección de la humedad y absorción del diseño de mezcla.

Este procedimiento está basado en la norma mexicana NMX-C-166-ONNCCE-2006 NMX_C_166:2006, esta norma —Establece el procedimiento para la determinación del contenido de agua de una muestra de agregado, mediante el secado de la misma, siendo este método aproximado para utilizar su resultado en la determinación de las cantidades de materiales en una revoltura de concreto. En caso de que el agregado sufra alteración por calor, este método no es aplicable”.

El procedimiento a seguir por parte de la operación del laboratorio de control de calidad es determinar el contenido de agua de los agregados por lo menos una vez al día o dependiendo de las condiciones ambientales. Es importante mencionar que se puede iniciar la producción del día con los contenidos de agua de los agregados del día anterior.

a. Equipo:

- Bolsa de plástico para contener la muestra de agregado
- Pala metálica cuadrada
- Cucharón de capacidad adecuada
- Fuente de calor u horno ventilado, así como placas eléctricas y de gas
- Sartenes o charolas metálicas
- Espátula metálica de tamaño conveniente para el adecuado manejo de la muestra dentro del recipiente
- Vidrio aproximadamente de 10 mm de espesor de tamaño adecuado al recipiente que contiene la muestra.
- Balanza o báscula (digital o romana) precisa, legible y que tenga una sensibilidad de hasta 0.1% de la carga de prueba en cualquier punto del rango de utilización
- Brocha

b. Metodología:

1. Previa homogenización de los bancos de agregados, obtener una muestra del agregado.
2. Remezclar la muestra obtenida y pesar una cantidad aproximada de acuerdo a lo indicado en la (tabla 13).

Tamaño nominal (mm)	Masa de la muestra (kg)	Tamaño nominal (mm)	Masa de la muestra (kg)
150	30	40	6
102	25	25	4
90	16	20	3
75	13	13	2
64	10	10	1.5
50	8	Agregado fino	0.5

Tabla 13. Masa de la muestra de agregado normal.

3. Secar totalmente la muestra en el recipiente por medio de la fuente de calor, evitando pérdidas de partículas. Si se emplea una fuente de calor no controlable, se debe mover continuamente y evitar sobre calentamientos puntualizados.
4. La muestra se considera totalmente seca, cuándo al colocar la placa de vidrio, ésta no refleje indicios de evaporación o empañamiento (vidrio seco).
5. Dejar enfriar la muestra hasta alcanzar la temperatura ambiente y determinar su masa con una aproximación de 0,1 %.
6. Efectuar el cálculo del porcentaje de contenido de agua total, con la siguiente fórmula:

$$H = \frac{Mh - Ms}{Ms}$$

Fórmula 1. Para el cálculo del contenido de agua de los agregados.

De donde:

- H = Contenido total de contenido de agua de la muestra en %, con aproximación de 0,1 %
- Mh = Masa de la Muestra Representativa húmeda en kilogramos.
- Ms = Masa de la Muestra seca y fría en kilogramos.

Una vez calculado el contenido de agua de los agregados es registrado en el formato de registro (Anexo 16. Formato de registro para el contenido de agua de los agregados).

4.3.1.3. Muestreo (Primer método de prueba motivo de acreditación)

La empresa manifiesta es su procedimiento operativo —Procedimiento para concreto Fresco”, cuyo objetivo específico en este método de prueba es: La determinación de muestras representativas de concreto fresco.

Este procedimiento operativo está basado en la norma mexicana NMX-C-161-1997-ONNCCE NMX_C_161:1997, Industria de la Construcción-Concreto Fresco-Muestreo, esta norma mexicana: —Establece el método para obtener muestras representativas de concreto fresco, tal como se entrega en el sitio de la obra y con las cuales se realizan las pruebas para determinar el cumplimiento de los requisitos de la calidad convenidos. Este método incluye el muestreo de concreto fresco procedente de mezcladoras estacionarias, de pavimentadoras y de camiones mezcladores, agitadores o de volteo”.

Para la elaboración y control de muestras representativas de concreto y ensaye de éstas, los laboratorios de Control de Calidad de —al organización” siguen los lineamientos establecidos por las normas mexicanas vigentes.

En, su procedimiento operativo —Plarde Calidad” establece lo siguiente: La eficacia del muestreo es responsabilidad del proceso de control de calidad, la programación y obtención de muestras es con base en la producción diaria y se hace en coordinación con el proceso de producción, a través del responsable de planta —Jefe de Planta”.

Los concretos son muestreados aleatoriamente de acuerdo a la frecuencia de muestreo especificada en la (Tabla. 14. Frecuencia de muestreo) (La empresa cementera, 2006)

Rango del volumen de concreto producido. (m3 / Volumen del mes)	Frecuencia de muestreo mínimo.
De 1 - 1000 m3	Frecuencia @ 45 m3
De 1001 - 3000 m3	Frecuencia @ 70 m3
De 3001 - 5000 m3	Frecuencia @ 80 m3
más de 5000 m3	Frecuencia @ 100 m3

Tabla. 14. Frecuencia de muestreo.

El resultado obtenido de la división entre el volumen producido y la cantidad de muestras debe ser menor o igual a la frecuencia mínima especificada en la Tabla 14 Frecuencia de muestreo.

$$F = \frac{Vp}{Nm}$$

Fórmula 2. Para el cálculo de la frecuencia de muestreo.

De donde:

- F = Frecuencia de muestreo
- Vp = Volumen producido (m3)
- Nm = Número de muestras (Cantidad de muestras).

Una vez calculado la frecuencia de muestreo, el resultado es registrado en el formato de registro (Anexo 17. Formato de registro para el control de la frecuencia de muestreo).

a. Equipo:

- Un recipiente adecuado, con capacidad mínima de 15L (cubeta, charola o carretilla), Debe ser impermeable, limpio y no absorbente
- Cubierta plástica de dimensiones adecuadas para proteger la muestra.
- Cucharón impermeable y no absorbente, con capacidad aproximada de 1 litro y de forma adecuada para evitar la pérdida de material por sus costados
- Equipo de seguridad básico: casco, guantes (impermeables y no absorbentes), Lentes, faja y botas de trabajo

b. Metodología:

1. Con la programación de producción del día y en la manera de los posible al inicio de la jornada de trabajo se definen los pedidos que se muestrearán.
2. Serán anotados en el formato de registro —**R**eporte de muestreo, programación y ensayo”(Anexo 18).
3. Antes de efectuar el muestreo, verificar que al tomar la muestra se hayan agregado todos los componentes de la mezcla.
4. Previo a que se efectúe el muestreo se debe verificar lo siguiente:
5. Cuando el muestreo se realiza en planta, el tiempo de mezclado en camión revolvedor es de 7 minutos, el número de revoluciones será de 10 a 12 revoluciones por minuto (velocidad de mezclado).

6. Cuando el muestreo se realiza en obra, la muestra se debe tomar entre el 15 y 85% del total de la descarga. La muestra se toma durante la descarga del camión.
7. Humedecer el equipo de muestreo, la charola o carretilla.
8. Proceder a tomar la muestra, aplicando los siguientes criterios:

Muestreo en planta:

Debido a que realizar el muestreo como lo indica la Norma Mexicana NMX-C-161-ONNCCE, significaría desperdiciar el 15% del volumen de la producción; –al organización” tiene declarado la siguiente **desviación del método de prueba: “Se realiza un ligero despunte de aproximadamente 10 litros y se procede a tomar la muestra interceptando totalmente el flujo de la descarga del canalón”**. El volumen de la muestra debe ser superior al requerido para todas las pruebas predeterminadas.

Con el fin de justificar técnicamente la desviación del método de prueba que se tiene a la norma mexicana NMX-C-161-1997-ONNCCE vigente, el área de control de calidad realizó un estudio comparativo de los resultados de muestras tomadas con el método establecido en planta y muestras tomadas en obra el objetivo (para consulta de este estudio ver Anexo 19).

Muestreo en obra:

1. La muestra se toma en 3 o más intervalos, interceptando el flujo de la descarga (siempre que esto sea posible). Siempre tomando la muestra después de que se haya descargado el 15% pero antes del 85% del volumen, hasta obtener la cantidad suficiente para la realización de todas prueba predeterminadas. El intervalo entre la obtención de la primera y última porción de la muestra no debe ser mayor a 15 minutos.
2. Muestreo en camiones de volteo, de caja cerrada con o sin agitadores.- (en planta).- dadas las condiciones para efectuar el muestreo, éste se puede realizar directamente del concreto descargado en el camión de volteo, tomando la cantidad necesaria y colocándola en una charola o carretilla con capacidad adecuada para el tamaño total de la muestra.
3. Muestreo de pavimentadoras.- La muestra debe tomarse con pala de al menos 5 puntos distribuidos razonablemente en toda el área del volumen descargado. Evitándose la contaminación del concreto con el material de la base o sub-base y un contacto muy prolongado con la misma.
4. Trasladar la muestra a la zona de pruebas, la muestra debe protegerse en ese intervalo de los rayos solares, el viento y otros factores que causen rápida evaporación o contaminación de la muestra.
5. Antes de iniciar cada prueba remezclar la muestra con la finalidad de homogeneizarla.
6. El tiempo del que se dispone como máximo, entre tomar y usar la muestra es de 15 minutos (incluyendo los 5 minutos del revenimiento). Las pruebas de revenimiento o de aire incluido (cuando se realice) deben iniciarse dentro de los primeros 5 minutos después del muestreo.

4.3.1.4. Temperatura

Este procedimiento está basado en la norma mexicana NMX-C-435-ONNCCE-2004 NMX_C_435:2004, esta norma —Establece el método de prueba para la determinación de la temperatura del concreto fresco”.

a. Equipo:

- Recipiente hecho de material no absorbente y suficientemente grande para proveer por lo menos 75 mm de concreto en todas direcciones alrededor del sensor del dispositivo de medición de temperatura.
- Dispositivo de medición de temperatura con una división de $\pm 1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1,0\text{ K}$) o menos, en un intervalo mínimo de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (273 K a 323 K)

b. Metodología:

1. Colocación del dispositivo de temperatura.

Sumerja la porción sensible del dispositivo de medición de temperatura en el concreto fresco un mínimo de 75 mm. Presione suavemente la superficie del concreto con la mano alrededor del dispositivo de medición de temperatura para que la temperatura ambiente no afecte la lectura.

2. Lectura de la temperatura.

Deje el dispositivo de medición de temperatura en el concreto fresco por un mínimo de 2 minutos o hasta que la lectura se estabilice, lo cual normalmente sucede cuando no varía en más de $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en 1 minuto luego lea y registre la temperatura en el formato de registro.

3. Una vez obtenida la temperatura del concreto fresco, el dato es registrado en el formato de registro —Reporte de muestreo, programación y ensayo” (Anexo 18), en el espacio correspondiente con aproximación de 1°C .
4. La medición de la temperatura del concreto fresco se debe llevar a cabo dentro de los 5 minutos después de obtenida la muestra excepto cuando el concreto contenga agregado de tamaño máximo nominal mayor que 75 mm ya que puede requerir arriba de 20 minutos para que se estabilice la lectura.

4.3.1.5. Revenimiento (Segundo método de prueba motivo de acreditación)

Considerado uno de los —criterios de aceptación y rechazo” para las inspecciones y las pruebas al concreto en estado fresco el parámetro de —Revenimiento” está establecido en el —Plan de Calidad” de —la organización”.

En su procedimiento operativo —Plan de Calidad” establece los parámetros de aceptación para concreto en estado fresco” (Tabla 15. Parámetros de aceptación para concreto en estado fresco "Revenimiento").

Inspección y/o actividad	Punto de medición	Especificación
Concreto fresco	Revenimiento	Menos de 5 cm. Tolerancia $\pm 1,5\text{ cm}$
		De 5 a 10 cm. Tolerancia $\pm 2,5\text{ cm}$
		Más de 10 cm. Tolerancia $\pm 3,5\text{ cm}$

Tabla. 15. Parámetros de aceptación para concreto en estado fresco "Revenimiento".

Este procedimiento operativo está basado en la norma mexicana NMX-C-156-ONNCCE-2010; Industria de la Construcción-Concreto-Determinación del Revenimiento en el

Concreto Fresco, esta norma mexicana: —Establece los procedimientos para determinar la consistencia del concreto fresco mediante el revenimiento.

a. Equipo:

- Molde rígido, con forma de cono truncado, libre de protuberancias remaches, no debe tener abolladuras y fabricado con junta o costura; la superficie interior debe ser lisa y dimensiones interiores de 20 cm en su diámetro mayor, de 10 cm en el menor y 30 cm de altura, con tolerancia en todas sus dimensiones de ± 3 mm. El diámetro menor y superior deben ser paralelas formando un ángulo recto con el eje longitudinal del cono. Debe estar provisto de dos estribos para apoyar los pies y de dos asas para levantarlo.
- Placa metálica horizontal, plana, rígida y no absorbente
- Barra de acero de sección circular, recta lisa, de 16 mm de diámetro (5/8" aproximadamente) de diámetro y aproximadamente 600 mm de longitud, con uno o los dos extremos de forma semiesférica del mismo diámetro de la varilla.
- Escala (Cinta métrica o regla graduada)
- Cucharón de capacidad adecuada.
- Equipo de seguridad: guantes de hule, botas y faja.
- Placa rígida cuadrada de al menos 90 cm en cada uno de sus lados y 0,5 cm de espesor.

b. Metodología:

1. Obtener la muestra de concreto fresco de acuerdo con NMX-C-161-1997-ONNCCE [NMX_C_161:1997], Industria de la Construcción-Concreto Fresco-Muestreo.
2. Humedecer el molde (cono truncado) en su interior, así como la placa metálica, varilla y cucharón
3. Cuando la placa no se encuentre fija, ésta se coloca en el piso de tal forma que quede nivelada y libre de cualquier tipo de vibraciones.
4. Colocar el molde cónico sobre la placa metálica, de forma que su diámetro mayor quede en contacto con dicha placa.
5. Sujetar firmemente el molde, colocando los pies sobre los estribos con el propósito de evitar movimientos que alteren el resultado de la prueba.
6. Vaciar concreto (de la muestra) con el cucharón en el interior del molde hasta llenar aproximadamente una tercera parte (1/3) de su volumen, lo que equivale aproximadamente a 7 cm de altura, enseguida se compacta dicha capa con 25 penetraciones de varilla distribuyéndolas uniformemente por toda la sección en forma de espiral (del borde hacia el centro del molde), inclinándola ligeramente en el perímetro del molde y en forma vertical a medida que se acerque al centro; la compactación se hace en toda la altura (procurando no golpear la base). Aproximadamente la mitad de las penetraciones se hacen cerca del perímetro (procurando no tocar el molde).
7. Llenar la segunda capa del molde hasta tener una altura de concreto de 15 cm aproximadamente y se procede a compactarla con 25 penetraciones de varilla (con el lado semiesférico) de igual forma que el punto anterior, penetrando aproximadamente 2 cm en la capa anterior.

8. Llenar la tercera y última parte del molde hasta que sobrepase el borde superior, se compacta con 25 penetraciones de la varilla, penetrando aproximadamente 2 cm en la capa anterior. Si a consecuencia de la compactación de la última capa el concreto se asienta a un nivel inferior del borde superior del molde, a la décima o vigésima penetración, se agrega concreto en exceso para mantener su nivel por encima del borde del molde todo el tiempo. Después de la última compactación NO se permite adición de concreto.
9. Enrasar el molde con un movimiento de rodamiento de la varilla y proceder a retirar toda la mezcla que haya caído sobre la superficie de asiento (placa metálica).
10. Levantar el molde sujetándolo por las asas hacia arriba en forma vertical y de manera continúa sin movimientos laterales o torsionales. La operación de levantar el molde se debe efectuar en 5 ± 2 segundos.
11. Si alguna porción del concreto se desliza o cae hacia un lado, se desecha la prueba y se efectúa otra con una nueva porción de la misma muestra.
12. Si dos pruebas consecutivas hechas de la misma muestra presentan fallas al caer parte del concreto a un lado, la prueba de revenimiento no es aplicable. Puede ser que el concreto carezca de cohesión y plasticidad, lo cual puede identificarse como un concreto con aspecto gravudo (mezcla con exceso de grava), en cuyo caso se procederá conforme al procedimiento operativo -Ajuste y control de concreto no conforme¹⁰³; una vez realizado el ajuste correspondiente se repetirá la prueba de revenimiento.
13. La operación completa desde el inicio del llenado hasta que se levanta el molde debe hacerse sin interrupciones y en un tiempo no mayor de 2,5 minutos.

Proceso de medición y registro de lectura.

1. Colocar el molde en posición invertida (utilizando como base el diámetro menor) a un lado de la mezcla de concreto y sobre la placa, inmediatamente después se coloca la varilla sobre el cono (sobre el diámetro mayor) en posición horizontal y en dirección de la mezcla.
2. Medir con la cinta métrica la distancia resultante entre la parte inferior de la varilla y el centro desplazado de la parte superior de la mezcla de concreto, con lo cual se determina el revenimiento.
3. Comparar el revenimiento real obtenido con respecto al revenimiento especificado, a fin de establecer, si se encuentra dentro de las tolerancias permisibles.
4. Una vez terminadas las pruebas al concreto fresco limpiar todo el equipo utilizado. En caso de que así se decida se puede reutilizar el concreto para pruebas subsecuentes, siempre y cuando se efectuó un remezclado con el total de la muestra.

¹⁰³Este procedimiento operativo tiene el objetivo de: "Establecer los procedimientos estándar para la aplicación de los lineamientos de ajustes, así como las especificaciones para concreto no conforme".

5. Una vez obtenida el revenimiento del concreto fresco, el dato es registrado en el formato de registro —Reporte de muestreo, programación y ensayo” (Anexo 18), en el espacio correspondiente con aproximación de 1 cm., y sea para muestras tomadas en planta o muestras tomadas en obra.

La empresa cementera tiene considerado lo siguiente:

Para los casos en los que el suministro sea bajo condiciones especiales, se podrán rebasar las tolerancias antes descritas, siempre y cuando Control de Calidad autorice las consideraciones en los mismos, sin que lo anterior represente la entrega de un producto no conforme, si no es así, se reporta al jefe de planta y/o dosificador para que aplique un ajuste, de acuerdo con el procedimiento “Ajuste y control de concreto no conforme”.

Es importante mencionar que la norma mexicana NMX-C-156-ONNCCE-2010; [NMX_C_156:2010], en su punto 10 Precisión, considera lo siguiente:

ISO 9001:2008	ISO/IEC 17025:2005-2006	NMX-C-156-ONNCCE-2010
		10.1

Precisión de un solo operador.

La desviación estándar máxima para un operador al efectuar el ensayo de revenimiento es de 7 mm (1s), así mismo dos determinaciones obtenidas por un mismo operador no deben diferir en más de 20 mm (d2s).

ISO 9001:2008	ISO/IEC 17025:2005-2006	NMX-C-156-ONNCCE-2010
		10.2

Precisión de varios operadores.

La desviación estándar máxima para varios operadores al efectuar el ensayo del revenimiento es de 12,5 mm (1s), así mismo dos determinaciones obtenidas por diferentes operadores no deben diferir en más de 35 mm (d2s).

Es por ello que la empresa cementera precisa lo siguiente:

1. Precisión de un solo operador. La desviación estándar máxima para un operador al efectuar el ensayo de revenimiento es de 7 mm (1s), así mismo dos determinaciones obtenidas por un mismo operador no deben diferir en más de 20 mm (d2s).
2. Precisión de varios operadores la desviación estándar máxima entre operadores al efectuar el ensayo de revenimiento es de 12,5 mm (1s), así mismo dos determinaciones obtenidas por dos o más operadores no deben diferir en más de 35 mm (d2s).
 - 1s es la desviación estándar
 - d2s es el rango máximo permitido entre dos resultados.

4.3.1.6. Masa unitaria, cálculo del rendimiento y contenido de aire del concreto fresco (Tercer método de prueba motivo de acreditación).

Considerado otro de los "criterios de aceptación y rechazo" para las inspecciones y las pruebas al concreto fresco los parámetros de "Masa unitaria, cálculo del rendimiento y cálculo del contenido de aire" están establecidos en el "Plande Calidad" de "la organización".

"La organización" en, su procedimiento operativo "Plande Calidad" establece los parámetros de aceptación para concreto en estado fresco" (Tabla 16. Parámetros de aceptación para concreto en estado fresco "Masa unitaria, contenido de aire y rendimiento volumétrico").

Inspección y/o actividad	Punto de medición	Especificación
Concreto fresco	Masa unitaria	Concreto Clase 1 $\geq 2,200 \text{ kg/m}^3$
		Concreto Clase 2 $\geq 1,900 \text{ kg/m}^3$
	Contenido de aire	$\pm 2\%$
	Rendimiento volumétrico	De 99 a 101 %

Tabla. 16. Parámetros de aceptación para concreto en estado fresco "Masa unitaria, contenido de aire y rendimiento volumétrico.

Este procedimiento operativo está basado en la norma mexicana NMX-C-162-ONNCCE-2010 NMX_C_162:2010, Industria de la Construcción – Concreto – Determinación de la masa unitaria, cálculo del rendimiento y contenido de aire del concreto fresco por el método gravimétrico, esta norma mexicana:

a. Equipo:

- Balanza o báscula, con división mínima de 50 g para ejecución del ensayo y del 0,3% de la carga de verificación para obtener el factor del recipiente, desde la masa del recipiente vacío hasta la masa del mismo lleno de agua.
- Recipiente cilíndrico de metal no atacable por la pasta de cemento, estanco, que conserve sus dimensiones bajo condiciones de uso rudo. De preferencia provisto de elementos de sujeción. El borde superior del recipiente debe ser plano, lo cual se verifica al no poder insertar una laminilla de 0,5 mm entre el borde y la placa de verificación. Su capacidad mínima depende del t.m.n.a. del concreto (ver tabla 17).

Tamaño máximo nominal del agregado grueso (t.m.n.a)		Capacidad del recipiente.
milímetros (mm)	Pulgadas (in)	Litros (L)
25	1	5
38	1 1/2	10
50	2	14
75	3	28

Tabla. 17. Capacidad mínima del recipiente recomendadas.

Nota: La capacidad del recipiente puede tener una tolerancia de $\pm 5\%$ respecto a su capacidad nominal.

- Termómetro de 0 °C a 50 °C con una división mínima de 1 °C.

- La varilla debe ser lisa de sección circular, de acero, recta de 16 mm \pm 1,5 mm de diámetro y aproximadamente 600 mm de longitud \pm 30 mm, cuando menos con uno de los extremos semiesféricos, del mismo diámetro.
- Placa enrasadora de acero o vidrio recta y plana de al menos 6 mm de espesor o una placa de acrílico de al menos 12 mm de espesor; con un ancho y largo de al menos 50 mm mayor que el diámetro del recipiente. Los extremos de la placa deben ser rectos y lisos, con una tolerancia de \pm 2 mm.
- Placa de verificación de vidrio con un espesor de al menos 6 mm y un largo 50 mm mayor que el diámetro del recipiente que va a ser verificado.
- Cucharón metálico.
- Charola o carretilla no absorbentes.
- Franela o estopa.
- Grasa.
- Laminilla de un espesor de 0,5 mm.
- Mazo o martillo con cabeza de neopreno y mango de madera, con una masa de 600 g \pm 200 g para recipientes de 14 L o menores y de 1 000 g \pm 200 g para recipientes con capacidad mayor a 14 L.
- Equipo de seguridad: guantes de material no absorbente, botas y faja.
- Escoba o cepillo

b. Metodología:

1. Obtener la muestra de concreto fresco de acuerdo con NMX-C-161-1997-ONNCCE NMX_C_161:1997, Industria de la Construcción-Concreto Fresco-Muestreo.
2. Homogenizar la muestra con una pala o cucharón, previamente humedecidos.
3. Llenar de concreto el recipiente cilíndrico (utilizando el cucharón) en tres capas de aproximadamente igual volumen, compactando cada una de ellas con el extremo redondeado de la varilla con 25 penetraciones en recipientes de 14 L o menores; y con 50 penetraciones en recipientes de 28 L de la siguiente manera:

Compactar la primera capa penetrando con la varilla en todo el espesor, procurando no golpear el fondo, en el caso donde se haya tocado el fondo del recipiente evitar hacerlo con fuerza y distribuyendo dichas penetraciones uniformemente en todo el espesor de la capa.

Compactar la segunda y tercera capa penetrando con la varilla aproximadamente 20 mm la capa inmediata inferior.

Después de varillar cada capa, para eliminar el aire contenido y las oquedades que produce la varilla, golpear las paredes alrededor del molde con el mazo el mínimo de veces necesarias para que el agregado grueso comience a desaparecer de la superficie y esta tenga un aspecto relativamente liso; un exceso de golpes puede producir segregación.

Para recipientes de 14 L o menos

Si a consecuencia de la compactación en la última capa, el concreto se asienta a un nivel inferior del borde superior del molde, a la décima (10) o

vigésima (20) penetración, se agrega concreto en exceso para mantener su nivel por encima del borde todo el tiempo.

Para recipientes de más de 14 L.

Si a consecuencia de la compactación en la última capa, el concreto se asienta a un nivel inferior del borde superior del molde, a la vigésima (20) o tetragésima (40) penetración, se agrega concreto en exceso para mantener su nivel por encima del borde todo el tiempo.

4. Terminada la compactación el recipiente no debe contener exceso o falta de concreto. El contenido óptimo es aquel que el concreto sobresale unos 3 mm aproximadamente sobre el borde superior del recipiente. Se puede agregar una pequeña porción de concreto para completar la cantidad óptima. Si el recipiente contiene una cantidad considerable de concreto, este excedente se retira inmediatamente después de terminar la compactación y antes de que se enrase.
5. Se enrasa la superficie del concreto con la placa enrasadora hasta dejar la superficie pulida y justo al nivel con el borde del recipiente. Se debe de enrasar haciendo presión con la placa enrasadora sobre la superficie del concreto, cubriendo dos tercios de ella, retirándola con un movimiento de sierra para terminar la superficie cubierta originalmente. Se coloca nuevamente la placa sobre la superficie del concreto, cubriendo los dos tercios enrazados y se avanza con un movimiento de sierra presionando verticalmente hasta cubrir el total de la superficie. Se debe tomar el excedente de la lechada que queda en el borde del recipiente para llenar las posibles oquedades que tenga la superficie, finalmente se da el mínimo de pasada inclinando el canto de la placa hasta dejara un terminado uniforme evitando el sangrado del concreto, hasta obtener el brillo acuoso y un terminado liso en la superficie del concreto (Ver figura 8).

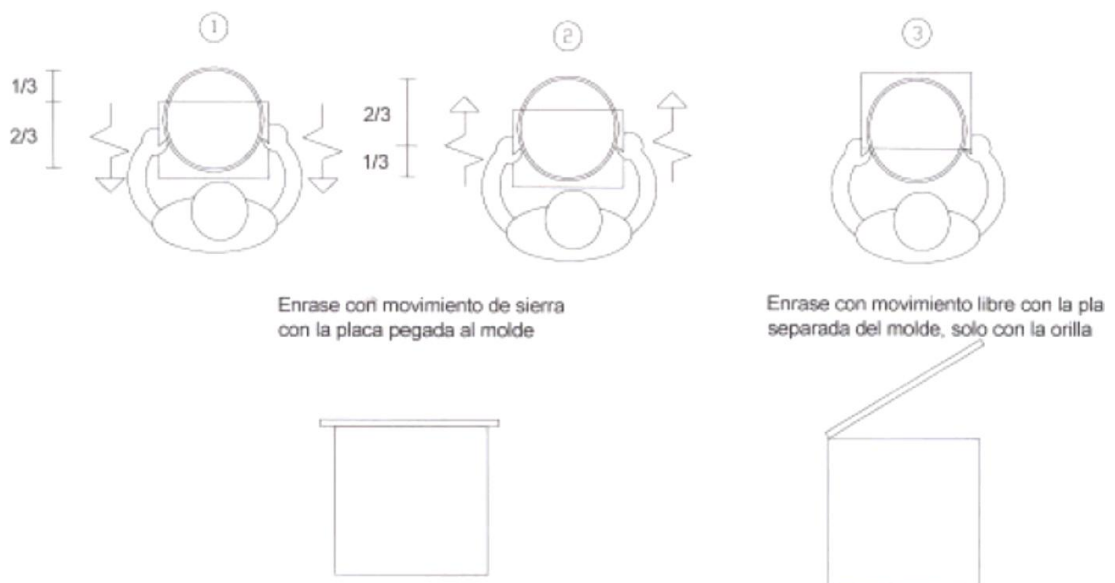


Figura 8. Enrase

6. Limpiar todo el exceso de concreto adherido en el exterior del recipiente.
7. Verificar que la báscula se encuentre indicando “cero”, se encuentre nivelada y fuera de corrientes de aire.
8. Colocar el recipiente sobre la plataforma de la báscula para determinar su masa y registrarlo posteriormente en el formato de registro “**Reporte de muestreo, programación y ensayo**” (Anexo 18).
9. En caso de que así se decida se puede reutilizar el concreto para pruebas subsecuentes, siempre y cuando se efectuó un remezclado con el total de la muestra.
10. Limpiar perfectamente el equipo utilizado.
11. Procedimiento de cálculo para determinar la masa unitaria del concreto en estado fresco.
12. Calcular la masa unitaria, rendimiento y rendimiento relativo de la siguiente manera:

Fórmula para masa unitaria:

$$M_u = M_{CC} - T \times F$$

Fórmula 3. Para el cálculo de masa unitaria.

En donde:

- $M_u =$ Es la masa unitaria del concreto (kg/m³)
- $M_{CC} =$ Es la masa de la cubeta con concreto (kg)
- $M_r =$ Es la masa de la olla (kg)
- $F =$ Es el factor del recipiente, (1/m³)

13. La masa unitaria se registra en el formato de registro —**Reporte de muestreo, programación y ensayo**” (Anexo 18), con aproximación de 1,0 kg/m³

4.3.1.6.1. Procedimiento de cálculo para determinar el rendimiento volumétrico del concreto en estado fresco.

Fórmula para el rendimiento:

$$R = \frac{MTM}{M_u}$$

Fórmula 4. Para el cálculo del rendimiento volumétrico.

En donde:

- $R =$ Es el rendimiento (m³)
- $MTM =$ Es la masa real total de materiales (kg)

- Mu = Es la masa unitaria (kg/m³)

Registrar el resultado en el formato de registro —Bporte de muestreo, programación y ensayo” (Anexo 18).

En caso de que el resultado de 3 pruebas realizadas durante una semana queden fuera de tolerancia de ± 1 % en la prueba de rendimiento volumétrico, se deberá de dar aviso inmediato al personal de Control de Calidad para proceder a realizar el ajuste necesario en el Proporcionamiento de los materiales por metro cúbico.

El rendimiento volumétrico se registra en el formato de registro —Bporte de muestreo, programación y ensayo” (Anexo 18), con una aproximación de 0,01 de m³

4.3.1.6.2. Procedimiento de cálculo para determinar el contenido de aire del concreto en estado fresco.

Cuando se requiera determinar el contenido de aire, se realiza el cálculo, de acuerdo a lo siguiente:

$$A = \frac{M_t - M_u}{M_t} \times 100$$

O bien:

$$A = \frac{V_R - V_a}{V_R} \times 100$$

Fórmulas 5. Para el cálculo del contenido de aire.

En donde:

- A = Contenido de aire en el concreto (porcentaje de vacíos) en %.
- Mt* = Masa teórica del concreto*, considerándolo libre de aire, en kg/m³
- Mu= Masa unitaria del concreto obtenido por revoltura, en kg/m
- VR = Volumen real del concreto obtenido por revoltura, en m³
- Va= Volumen total absoluto de los ingredientes que componen la revoltura, en m³

* La Masa teórica del concreto —M, es la masa unitaria de diseño, y que viene contenida como M.U.T. en el formato de registro —Bporte de muestreo, programación y ensayo” (Anexo 18).

La determinación de contenido de aire por este procedimiento sólo se puede realizar, cuando se haya incluido aire por medio de aditivos y el resultado se registra en el formato de registro —Bporte de muestreo, programación y ensayo” (Anexo 18).

Contenido de aire se registra en el formato de registro —Bporte de muestreo, programación y ensayo” (Anexo 18), con aproximación de 0,1%

4.3.1.7. Elaboración de especímenes en obra y/o planta (Cuarto y Quinto método de pruebas motivo de acreditación).

Para la elaboración y curado de especímenes de concreto en obra y en planta, se tiene implementado dichos métodos de prueba en el Procedimiento operativo —Procedimiento para concreto fresco”.

Ambos métodos de prueba están basados en las normas mexicanas:

NMX-C-160-ONNCCE-2004 NMX_C_160:2004, Industria de la Construcción-Concreto-Elaboración y Curado en Obra de Especímenes de Concreto, esta norma mexicana: —Establece los procedimientos para elaborar y curar en obra, especímenes cilíndricos y prismáticos de concreto”.

a. Equipo para la elaboración de especímenes en obra.

- Moldes cilíndricos de 100 x 200 mm y/o de 150 x 300 mm de lamina metálica gruesa o de cualquier otro material rígido y no absorbente, el plano definido por el borde del cilindro debe ser perpendicular a su eje, que no varíen más del 1% en su diámetro y altura, ningún diámetro nominal debe diferir de cualquier otro en más del 2%. Deben contar con un dispositivo que permita fijarlos a las bases; deben ser de acero, impermeables, no absorbentes, rígidos y limpios. Los moldes de 100 x 200 mm sólo se deben utilizar para muestrear concretos con tamaño máximo nominal de agregado hasta 25 mm.
- Carretilla o charola no absorbente, impermeable y de capacidad suficiente para permitir un fácil remezclado de la muestra de concreto.
- Varilla larga de acero lisa de sección circular de 16 mm \pm 1,5 mm de diámetro y 600 mm \pm 30 mm de longitud y/o varilla corta consiste en una barra lisa de 10 mm \pm 1 mm de diámetro y aproximadamente 300 mm \pm 15 mm de longitud, dependiendo del espécimen a fabricar. Ambas deben contar por lo menos con un extremo semiesférico.
- Enrasador metálico.
- Cuchara de albañil u otra herramienta adecuada.
- Pala y/o cucharón.
- Mazo de hule con peso de 600g \pm 20 g
- Bolsas de plástico y ligas
- Equipo de seguridad: guantes de material no absorbente, zapatos de seguridad, faja.
- Termómetro de máximas y mínimas

Equipo para la elaboración de especímenes en laboratorio (cuando aplique)

- Báscula con una aproximación de 0,3% de la carga de prueba en cualquier punto dentro del intervalo de uso.
- Mazo de hule de 0,4 kg a 0,8 kg para recipientes con capacidad menor o igual a 14 L y de 0,8 kg a 1,2 kg para recipientes con capacidad mayor de 14 L
- Cronómetro
- Probetas graduadas

- Máquina revolvente para concreto
- Recipientes de plástico o metálicos (no absorbentes). Franela o protector de hule
- Equipo de seguridad: guantes de material no absorbente, zapatos de seguridad, faja
- Termómetro de máximas y mínimas.

4.3.1.7.1. Elaboración de especímenes en obra.

b. Metodología para moldes cilíndricos.

1. Se aceitan los moldes ligeramente y cuando no se aprecie una posible pérdida de lechada (estancos), en caso contrario se sellan con parafina u otro material adecuado.
2. Se colocan los moldes sobre una superficie horizontal, plana, rígida, libre de vibraciones y otras perturbaciones, lugar donde permanecen almacenados hasta el momento de su transportación. En el caso de las plantas, se deben colocar en el lugar designado para tal efecto, mientras que en la obra es necesario habilitar un sitio donde puedan permanecer protegidos de la intemperie y libre de vibraciones.
3. Obtener la muestra de concreto fresco de acuerdo con NMX-C-161-1997-ONNCCE [NMX_C_161:1997], Industria de la Construcción-Concreto Fresco-Muestreo.
4. Se remezcla la muestra de concreto.
5. Se determinan, las propiedades del concreto en estado fresco como son: revenimiento, contenido de aire, masa unitaria, etc. según aplique.
6. Considerar el tipo de especímenes que se elaborará, para dar inicio a su moldeo de la siguiente manera:
7. Moldes cilíndricos 150mm ØX 300mm (altura), 100mm Ø x 200mm (altura).
8. Utilizando el cucharón, se vacía el concreto dentro del molde en tres capas de igual volumen, el cucharón debe moverse alrededor del borde superior del molde a medida que el concreto vaya descargándose, con el fin de asegurar una distribución uniforme del mismo, posteriormente haciendo uso de la varilla de compactación distribuir el concreto antes de iniciar con la compactación. Se compacta con 25 penetraciones cada capa utilizando el lado semiesférico de la varilla, de manera vertical y avanzando en forma de espiral de las paredes hacia el centro del molde procurando no tocar el molde.

Nota 1: Para el caso de llenado en moldes de 150mm Ø x300mm (altura), la varilla a utilizarse será de una longitud de 600 mm y un espesor de 16 mm.

Nota 2: Para el caso de moldes de 100mm Ø x 200mm (altura), se utiliza una varilla de una longitud de 300 mm y un espesor de 10 mm.

Al compactar la segunda y tercera debe penetrar la varilla aproximadamente 2 cm en la capa inferior, procurando no tocar el molde.

Durante el colado de la capa final, se debe añadir una cantidad de concreto tal que sobrepase el cupo del molde y lo llene totalmente después de la compactación.

Al término de la compactación de cada capa, golpear ligeramente el molde, por los costados con el mazo de hule, con el objeto de eliminar las oquedades dejadas por la compactación hasta donde sea posible.

c. Metodología para cubos con aristas de 150 mm.

1. Utilizando el cucharón, se vacía el concreto dentro del molde en dos capas de igual volumen, el cucharón debe moverse alrededor del borde superior del molde a medida que el concreto vaya descargándose, con el fin de asegurar una distribución uniforme del mismo, posteriormente haciendo uso de la varilla de compactación distribuir el concreto antes de iniciar con la compactación. Se compacta con 25 penetraciones cada capa utilizando el lado semiesférico de la varilla, de manera vertical y avanzando en forma de espiral de las paredes hacia el centro del molde procurando no tocar el molde.
2. Durante la compactación de la segunda capa se debe penetrar 10 mm la capa inferior. En cada capa después del varillado debe introducirse y sacarse varias veces la cuchara de albañil u otra herramienta adecuada entre el concreto y las paredes del molde. Se golpea ligeramente las paredes del molde con un mazo de hule, hasta que el agregado grueso tienda a desaparecer de la superficie.
3. Se enrasan los especímenes con un enrasador inmediatamente después de que fueron compactados, tratando de dar el acabado con el mínimo de pasadas, para tener una superficie plana y uniforme, que este a nivel con las orillas del molde y que no tenga depresiones o promotorios de más de 3 mm. Los especímenes deben moldearse inmediatamente después de obtenida y mezclada la muestra en un lapso no mayor a 15 minutos.
4. Se cubren los especímenes con material no absorbente, resistente, durable, impermeable y no reactiva.
5. Para cualquiera de los dos métodos arriba descritos elaborar el reporte llenando los datos en el formato de registro —Reporte de muestreo, programación y ensayo” (Anexo 18).
6. Durante las primeras 24 h después del moldeado, todos los especímenes de prueba deben almacenarse bajo condiciones que mantengan la temperatura adyacente a los especímenes en el intervalo de 16° a 27°C y prevenir pérdidas de humedad de los especímenes.
7. Identificar los especímenes (cilíndricos y rectangulares) con base en el punto correspondiente —Identificación, transporte y almacenamiento de especímenes” del procedimiento operativo —Procedimiento para concreto endurecido¹⁰⁴” (este procedimiento será abordado más a detalle en el tema correspondiente a —concreto endurecido”).
8. En el procedimiento para concreto endurecido, se tiene establecido que para la Identificación de los especímenes de concreto se: marcará en el costado del espécimen y en una de las bases (preferentemente en la base opuesta al enrase,

¹⁰⁴Este procedimiento operativo tiene el objetivo de:” Describir el proceso de ejecución de las pruebas básicas que se realizan al concreto en estado endurecido”.

en caso de cilindros), este punto será tratado a más detalle en el procedimiento operativo —Procedimiento para concreto endurecido”.

9. Después de que los especímenes fueron desmoldados (si aplica), identificados y colocados en el lugar asignado para su recolección, deben permanecer cubiertos con una jerga húmeda hasta el momento de ser transportados al laboratorio de ensayo, excepto los especímenes elaborados donde exista el laboratorio de ensayo, los cuales se deben de colocar en las piletas y/o cuarto de curado.
10. Para su transporte los especímenes de concreto pueden ir cimbrados o no, asegurando que se cumplan los tiempos de descimbrado.
11. Se coloca algún tipo de material que evite que los especímenes se muevan y se maltraten (golpeen), cubriéndolos para evitar pérdida de humedad (por ejemplo: una lona, arena, aserrín u otros materiales de empaque adecuados).
12. Los especímenes que van a transportarse del campo o planta al laboratorio para su ensayo, deben empacarse en cajas resistentes de madera u otros recipientes adecuados, rodeados de arena, aserrín u otros materiales de empaque adecuados en condición húmeda. Al recibirse en laboratorio de ensayo deben colocarse inmediatamente en el cuarto de curado.

4.3.1.7.2. Elaboración de especímenes en Laboratorio

Método basado en la norma mexicana NMX-C-159-ONNCCE-2004 NMX_C_159:2004, Industria de la Construcción – Concreto - Elaboración y Curado de Especímenes en Laboratorio, esta norma mexicana: —Establece los procedimientos para elaborar y curar en el laboratorio, los especímenes de concreto utilizados para las pruebas de resistencia a la compresión, a la flexión y a la tensión diametral”.

Requerimientos de los materiales.

Cemento:

- Este debe ser nuevo de preferencia, en su defecto debe mezclarse perfectamente y almacenarse en un lugar seco, además de eliminar todos los grumos que éste contenga, por lo que se debe cribar por la malla 0,85mm (#20) o por la malla 0,60mm (#30).

Agregados:

- El agregado grueso se clasifica de acuerdo a su tamaño máximo nominal y se almacena.
- El agregado fino se criba por la malla N° 4, se homogeniza y se almacena.
- Una vez preparados y almacenados los agregados como se indica, se toma una muestra representativa de cada uno de ellos y se les determina su contenido de agua para hacer las correcciones correspondientes en el diseño.
- El cálculo del contenido de agua se realiza conforme a la norma mexicana NMX-C-166-ONNCCE-2006 [NMX_C_166:2006],

Aditivos:

- Se almacenan en recipientes plásticos herméticos sobre un estante destinado para aditivos y se tienen identificados y con la fecha del día en que fue muestreado.

Mezclado de concreto

- La mezcla de concreto se puede realizar de manera mecánica, manual o cualquier otro método que resulte más práctico, de acuerdo al volumen de diseño. El mezclado manual no debe emplearse para diseños con aire incluido o concreto de revenimiento cero, ni para volúmenes mayores a 7 litros.
- Teniendo el diseño de la mezcla a realizar, se pesan los materiales de acuerdo a las cantidades ya calculadas.

Mezclado mecánico:

- Antes de añadir los materiales a la revolvedora ésta debe cebarse, aplicándole mortero con aproximadamente el 10% de la proporción de la masa de la mezcla.
- Se vierte a la revolvedora los materiales de la siguiente forma:
- Se añade el agregado grueso, parte del agua de mezclado y solución de aditivos y se pone a girar la revolvedora unas cuantas revoluciones. Se añade la arena. Los aditivos y adicionantes en caso de llevarlos se incluyen en la mezcla de acuerdo a las recomendaciones del proveedor.
- Posteriormente se agrega el cemento, teniendo la precaución de tener la boca de la revolvedora hacia arriba, se continúa mezclando y se añade poco a poco el agua, teniendo cuidado de accionar el cronometro para los tiempos de mezclado una vez agregada todo el agua de la mezcla.
- Se mezcla el concreto durante 3 minutos después de haber cargado todos los materiales
- Dar tres minutos de reposo, teniendo la precaución de tapar la boca de la revolvedora con una franela húmeda o un protector de hule para evitar la pérdida de contenido de agua.
- Se termina la mezcla de concreto con otro período de mezclado de dos minutos. Cuando el concreto no esté en proceso de mezclado o de muestreo, se cubre para evitar la evaporación del agua con un paño húmedo.

Mezclado manual:

- La mezcla se realiza en una charola, carretilla o un recipiente metálico y limpio.
- Mezclar el cemento y el agregado fino hasta lograr una combinación uniforme. Cuando se utilice un aditivo insoluble, este se deberá de combinar con el cemento y el agregado fino.
- Se adiciona el agregado grueso y se mezcla la revoltura hasta lograr una distribución uniforme.
- Se añade el agua de mezclado y se mezcla con el cucharón o con las manos protegidas con guantes de hule, hasta obtener un concreto homogéneo en apariencia y de la consistencia deseada.

Para ambos métodos Mezclado mecánico o Mezclado manual se:

- Determinan las propiedades del concreto en estado fresco que sean requeridas, de acuerdo a su procedimiento, los cuales pueden ser los siguientes:

Muestreo

- Revenimiento y/o extensibilidad. Contenido de aire
- Tiempo de fraguado
- Elaboración de especímenes de concreto
- Masa unitaria y rendimiento

Temperatura

- Anterior a la elaboración de las pruebas se toma la lectura de la temperatura registrada en el lugar (ambiente) en donde se realicen dichas pruebas.
- Para el ambiente de curado, todos los especímenes deben ser curados en humedad a temperatura de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante las primeras 24 h, después de ese tiempo deben mantenerse a una temperatura de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ con una humedad relativa de 95% mínima hasta el momento de su prueba.

4.3.2. Pruebas aplicables al concreto en estado endurecido

4.3.2.1. Criterios de aceptación

La definición de “Concretos de línea” fue especificado en el punto “Plan de Calidad” de este trabajo de tesis, más sin embargo por la importancia de la clasificación que la empresa cementera hace de los tipos de concretos que produce y sumado a esto, la importancia de esta clasificación para el logro del objetivo¹⁰⁵ de este trabajo, recuperaré las siguientes definiciones:

1. Productos de línea “Concretos de línea”. Estos están sancionados bajo la norma mexicana NMX-C-155-ONNCCE-2004¹⁰⁶ [NMX_C_155:2004], su variante es “00” y su formulación es generada en el momento por el sistema de cálculo de dosificación.
2. “La organización” asume toda la responsabilidad del diseño, en esta clasificación de productos.

Por ese motivo así como fueron definidos los “Criterios de aceptación” al concreto en estado fresco, a continuación, se definirán los “Criterios de aceptación” para el concreto en “estado endurecido”.

Lo primero es establecer que “la organización” en su Manual de Gestión Integral establece los criterios de aceptación para concretos de línea, y a continuación se describen:

1. Conforme a la norma mexicana NMX-C-155-ONNCCE-2004 NMX_C_155:2004, son tomados los siguientes criterios:
 - a. El concreto debe alcanzar la resistencia especificada a la compresión ($f'c$) a la edad de 28 días o la edad convenida y cumplir con lo siguiente:
 - Se acepta que no más del 10% de pruebas de resistencia a compresión tenga valores inferiores a la resistencia especificada ($f'c$). Se requiere un mínimo de 30 pruebas.
 - Se permite que no más del 1% de los promedios de 3 pruebas de resistencia a compresión consecutivas, sea inferior a la resistencia especificada. Se requiere un mínimo de 30 pruebas.

Además debe cumplirse con todos los promedios consecutivos de las muestras anotadas en la tabla de valores de $f'c$ mínimos (ver tabla 18).

¹⁰⁵ “Analizar” el sistema de gestión de un Laboratorio de Control de Calidad donde se realizan pruebas al Concreto Hidráulico Premezclado en estado fresco y endurecido, en su fase de pruebas de laboratorio, con base en la norma mexicana NMX-EC-17025—IMNC-2006 [ISO/IEC 17025:2005], utilizando métodos normalizados y conforme al alcance de acreditación del propio laboratorio.

¹⁰⁶ Norma Mexicana NMX-C-155-ONNCCE-2004 “Industria de la Construcción – Concreto – Concreto Hidráulico Industrializado – Especificaciones”. El objetivo de esta norma mexicana es establecer las especificaciones que debe cumplir el concreto hidráulico fresco y endurecido; el cual es utilizado como materia prima para construcción y es entregado en estado fresco a pie de obra.

Número de pruebas consecutivas	Mpa.	Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²)
1	f _c - 3.43	f _c - 35
2	f _c - 1.27	f _c - 13
3	f _c	f _c

Tabla. 18. Valores de fp mínimos.

Criterios generales:

1. f_c es la resistencia a la compresión a la edad especificada probada en condiciones estándar.
2. Las condiciones estándar incluyen los criterios de muestreo, el transporte, el curado, el cabeceo y el ensaye llevadas a la práctica de acuerdo a los procedimientos establecidos en el proceso de control de calidad de –al organización”.
3. Cuando el cliente así lo solicite, se efectuarán conciliaciones con las muestras y los procedimientos de –al organización” con respecto a los del cliente o de la persona que efectuará inspecciones y pruebas en su representación (laboratorio externo), permitiendo unificar criterios.
4. La prueba de resistencia a la compresión de la muestra obtenida, debe consistir de un mínimo de 2 especímenes para probar a la edad especificada.
5. La cantidad de la muestra es de un volumen tal que asegure cubrir todas las pruebas requeridas por el proceso de control de calidad. El traslado es realizado su transporte, su control y su protección.
6. Las muestras pueden ser tomadas en planta o en obra de acuerdo a lo definido por el proceso de control de calidad y en la forma en que el cliente lo solicite.
7. El resultado de una prueba de resistencia es el promedio de las resistencias obtenidas en los especímenes, excepto cuando en alguno de ellos es observada una deficiencia de muestreo, de elaboración, de manejo, de curado o de prueba, pues en este caso el promedio de las resistencias de los especímenes restantes es considerado como el resultado de la prueba.
8. El obtener una resistencia inferior a la especificada no es motivo para rechazar el espécimen.
9. Cuando el cliente solicite y la empresa esté de acuerdo, se puede modificar la frecuencia de muestreo.

Una vez establecidos los criterio de aceptación que –al organización” hace en su Manual de Gestión Integral, a continuación se presentan los lineamientos que la norma mexicana [NMX_C_155:2004] en su apartado 5.3 Requisitos del concreto en estado endurecido, establece:

ISO 9001:2008	ISO/IEC 17025:2005-2006	NMX-C-155-ONNCCE-2004
		5.3

El productor de concreto debe tener información de ensayos que respalden el cumplimiento de los requisitos especificados.

Cuando la resistencia es la base de la aceptación del concreto, deben elaborarse especímenes de acuerdo con la NMX-C-160-ONNCCE (vigente).

El número de muestras debe estar de acuerdo con lo indicado en el capítulo 6 (muestreo), que considera para la prueba de resistencia como mínimo dos especímenes a la edad especificada, de la muestra obtenida según la NMX-C-161-ONNCCE (véase capítulo 3).

El resultado de una prueba debe ser el promedio de las resistencias obtenidas en los especímenes compañeros, excepto que si alguno de ellos se observó una deficiencia de muestreo, elaboración, manejo, curado o prueba, no se toma en cuenta y el promedio de las resistencias de los especímenes restantes debe ser considerado como el resultado de la prueba. No es motivo para rechazar el espécimen el que se obtenga una resistencia inferior a la especificada.

Para cumplir los requisitos de resistencia de esta norma, con un nivel de confianza del 98 %, los resultados de las pruebas de resistencia deben cumplir con los requisitos que se indican.

ISO 9001:2008	ISO/IEC 17025:2005-2006	NMX-C-155-ONNCCE-2004
		5.3.1

La resistencia debe ser igual o mayor a 19,6 Mpa (200 kgf/cm²), a menos que de común acuerdo productor, estructurista y usuario establezcan otra.

El concreto debe alcanzar la resistencia especificada a la compresión (f_c) a la edad de 28 días u otra edad convenida y cumplir con lo siguiente.

- Se acepta que no más del 10% de pruebas de resistencia a compresión tenga valores inferiores a la resistencia especificada (f_c).
- Se permite que no más del 1% de los promedios de 3 pruebas de resistencia a compresión consecutivas, sea inferior a la resistencia especificada.

Se requiere un mínimo de 30 pruebas.

Para eliminar la ocurrencia de resultados excesivamente bajos, es conveniente tener como valor máximo para operación de producción de concreto, una desviación estándar (s) de 3,43 Mpa (35 kgf/cm²) en el caso de resistencia a compresión.

Además, debe cumplirse con todos los promedios consecutivos de las muestras anotadas en la tabla 6¹⁰⁷, y a continuación se muestra.

Número de pruebas consecutivas	Mpa.	Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²)
1	f _c - 3.43	f _c - 35
2	f _c - 1.27	f _c - 13
3	f _c	f _c

Tabla. 6. Valores de fp mínimos.

Una planta que cubra los requisitos de operación y materiales enunciados en esta norma, obtener generalmente valores de “s” alrededor de 2,45 Mpa a 3,92 Mpa (25 kgf/cm² a 40 kgf/cm²), a medida que los valores sean menores, se logra con economía al reducir la probabilidad de resultados bajos. Este valor de “s” debe calcularse utilizando información de una sola clase de concreto surtida por una sola planta, con más de 100 valores de pruebas de resistencia de muestras tomadas al azar por un mismo laboratorio y cubriendo

¹⁰⁷Al hablar de la tabla 6, el texto hace referencia a la tabla (Valores fp mín.), expuesta en la Norma Mexicana NMX-C-155-ONNCCE-2004 Industria de la Construcción – Concreto – Concreto Hidráulico Industrializado – Especificaciones”.

un período lo más amplio posible cuando se trata del caso de productor y con más de 30 valores, cuando se trata de una sola obra específica.

Nota 9: Debido a la variación de los materiales, operaciones y pruebas, la resistencia promedio para alcanzar estos requisitos, debe ser considerablemente más alta que la resistencia especificada.

Esta resistencia es más alta a medida que las variaciones aumentan y más baja en la medida que éstas disminuyen.

La empresa cementera en su Manual de Calidad de Laboratorio tiene declarado que a través de su procedimiento operativo —Procedimiento para concreto endurecido¹⁰⁸— se:

1. Especifica el transporte, recepción, manejo, protección, almacenaje, retención y/o disposición final de los elementos de prueba, que incluyen las provisiones necesarias para proteger la integridad de los elementos de prueba y los intereses del laboratorio de —al organización” y el cliente.
2. Garantiza que los elementos de prueba no son confundidos físicamente o cuando se hace referencia a ellos en los documentos. Para ello —al organización” ha desarrollado un método para la identificación de los elementos de prueba, con este método se garantiza que la identificación que se hace a los elementos se conserva desde la obtención del elemento hasta su desecho.
3. Que al recibir los elementos de prueba, se registren las anomalías o desviaciones de las condiciones normales o especificadas.

. De esta forma es como la empresa cementera da cumplimiento a lo que marca la norma mexicana [ISO71EC 17025:2005], la cual establece:

ISO 9001:2008	ISO/IEC 17025:2005-2006	NMX-C-155-ONNCCE-2004
	5.8.1	

El laboratorio debe tener procedimientos para el transporte, la recepción, la manipulación, la protección, la conservación o la disposición final de los ítems de ensayo o de calibración, incluidas todas las disposiciones necesarias para proteger la integridad del ítem de ensayo o de calibración, así como los intereses del laboratorio y del cliente.

ISO 9001:2008	ISO/IEC 17025:2005-2006	NMX-C-155-ONNCCE-2004
	5.8.2	

El laboratorio debe tener un sistema para la identificación de los ítems de ensayo o de calibración. La identificación debe conservarse durante la permanencia del ítem en el laboratorio. El sistema debe ser diseñado y operando de modo tal que se asegure que los ítems no puedan ser confundidos físicamente ni cuando se haga referencia a ellos en registros u otros documentos. Cuando corresponda, el sistema debe prever una

¹⁰⁸Este procedimiento operativo tiene el objetivo:” Describir el proceso de ejecución de las pruebas básicas que se realizan al concreto en estado endurecido”.

subdivisión en grupos de ítems y la transferencia de los ítems dentro y desde el laboratorio.

ISO 9001:2008	ISO/IEC 17025:2005-2006	NMX-C-155-ONNCCE-2004
	5.8.3	

Al recibir el ítem para ensayo o calibración, se deben registrar las anomalías o los desvíos en relación con las condiciones normales o especificadas, según se describen en el correspondiente método de ensayo o de calibración. Cuando exista cualquier duda respecto a la adecuación de un ítem para un ensayo o una calibración, o cuando un ítem no cumpla con la descripción provista, o el ensayo o calibración requerido no esté especificado con suficiente detalle, el laboratorio debe solicitar al cliente instrucciones adicionales antes de proceder y debe registrar lo tratado.

4.3.2.2. Identificación, Transporte y Almacenamiento de especímenes de concreto

a. Equipo:

- Lápiz de cera ó tinta ó marcador permanente
- Brocha
- Equipo de seguridad: guantes, faja, botas industriales
- Herramienta requerida para el descimbrado.
- Tira de hule espuma, arena o cualquier otro material capaz de amortiguar las vibraciones transmitidas por el movimiento de la camioneta y el golpeteo entre los especímenes, con un ancho mayor a 30 cm y una longitud suficiente para alcanzar a cubrir todos los especímenes a transportar y/o rejilla adaptada para tal efecto ó un aditamento para transporte de especímenes
- Pileta de almacenamiento de especímenes.
- Camioneta.

b. Metodología:

1. Se descimbran los especímenes cuidadosamente procurando no golpearlos, y se identifican de la siguiente manera.
2. La clave de identificación de los especímenes está determinada por un número consecutivo. La edad de ensaye la determina el cliente, pudiendo ser 1, 3, 7, 14, 28 días u otra edad especificada.
3. Se marcará en el costado del espécimen y en una de las bases (preferentemente en la base opuesta al enrase, en caso de cilindros), lo siguiente (ver figura 9).

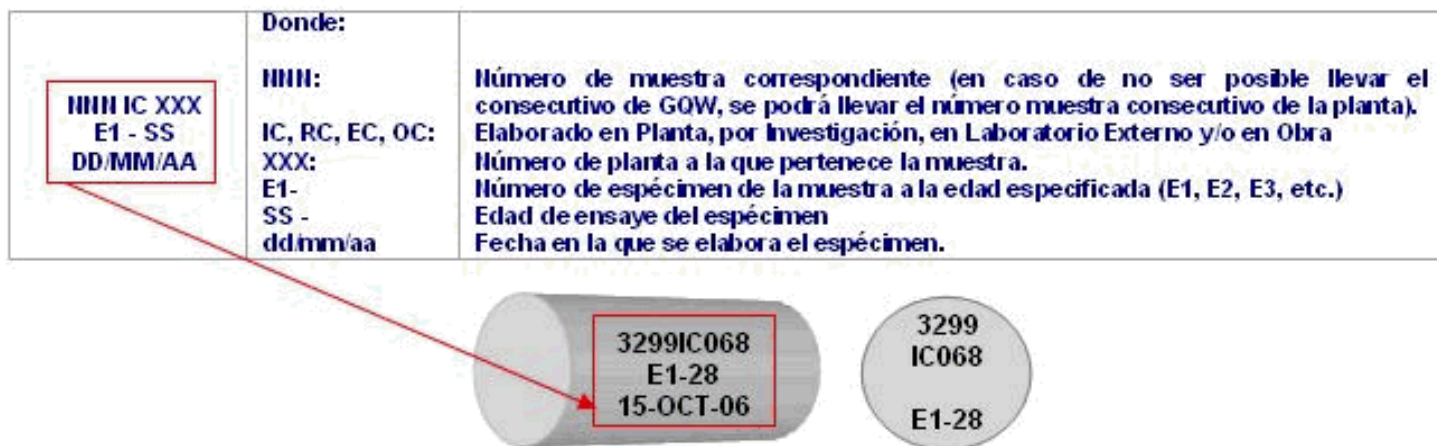


Figura 9. Identificación de especímenes.

4. De manera provisional se colocan en una pileta, recipiente de curado o cualquier medio que garantice la condición húmeda en un lugar seguro y protegidos de la intemperie.
5. Para su transporte los especímenes de concreto cilíndricos pueden ir cimbrados o no, asegurando que se cumplan los tiempos de descimbrado. Se coloca algún tipo de material que evite que los especímenes cilindros se muevan y se maltraten, cubriéndolos para evitar pérdida de humedad (por ejemplo: una lona, arena, aserrín u otros materiales de empaque adecuados) durante el trayecto al laboratorio.
6. Debe asegurarse que la base de apoyo de los especímenes tenga el suficiente amortiguamiento para evitar dañarlos, además de que, durante el transporte, se impida el golpeteo entre los especímenes y con las paredes del equipo de transporte.
7. Los especímenes se transportan al laboratorio junto con sus reportes de muestreo correctamente llenados, los cuales son revisados por personal del laboratorio.
8. Al llegar al laboratorio de prueba los especímenes son almacenados en el cuarto y/o pileta de curado. Mientras se almacenan los especímenes deben protegerse con cualquier medio que evite la pérdida de humedad.
9. Cabe mencionar que durante todas las etapas de los elementos bajo prueba desde su elaboración hasta su desecho se debe tener precaución en su manejo y colocar la fecha correspondiente de elaboración y ensaye para asegurar la veracidad de los resultados obtenidos. Además debe registrarse cualquier daño o deterioro que hayan sufrido los especímenes en el —Reporte de muestreo, programación y ensayo”(Anexo 18).

Curado de especímenes.

La definición que la norma mexicana [NMX_C_155:2004], hace al término —curado” es la siguiente:

ISO 9001:2008	ISO/IEC 17025:2005-2006	NMX-C-155-ONNCCE-2004
		Definiciones

Es el proceso mediante el cual, en un ambiente especificado de humedad y temperatura, se favorece la hidratación del cemento hidráulico y en su caso, de los materiales cementantes de la mezcla.

El procedimiento operativo —Procedimiento para concreto endurecido está basado en las normas mexicanas:

NMX-C-159-ONNCCE-2004; [NMX_C_159:2004], la cual establece:

ISO 9001:2008	ISO/IEC 17025:2005-2006	NMX-C-159-ONNCCE-2004
		8.8.3

Ambientes de curado

A menos que en otro método se especifique lo contrario, todos los especímenes deben ser curados en humedad a temperatura de $296 \text{ °K} \pm 3 \text{ °K}$ ($23 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$) durante las primeras 24 h después de ese tiempo deben mantenerse a una temperatura de $296 \text{ °K} \pm 2 \text{ °K}$ ($23 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$) con una humedad relativa de 95% mínima, hasta el momento de la prueba.

El almacenaje durante las primeras 48 h debe ser en un sitio libre de vibraciones. Con relación a los especímenes extraídos de los moldes, el curado húmedo significa que los especímenes de prueba pueden mantenerse con agua libre en su superficie en todo tiempo. Esta condición se logra por inmersión en agua saturada con cal, o por almacenamiento en un cuarto húmedo o gabinete que cumpla con los requisitos de la NMX-C-148-ONNCCE-2010¹⁰⁹ [NMX_C_148:2010] (véase capítulo 2). Los especímenes no deben ser expuestos a goteo directo o agua corriente.

Y la norma mexicana NMX-C-160-ONNCCE-2004; [NMX_C_160:2004], la cual establece:

ISO 9001:2008	ISO/IEC 17025:2005-2006	NMX-C-160-ONNCCE-2004
		8.1

Curado de especímenes cilíndricos.

Los especímenes de prueba elaborados para comprobar las proporciones de la mezcla para propósitos de resistencia, o como base para la aceptación, deben retirarse de los moldes, de preferencia a las 24 horas después del molde, permitiéndole un margen de

¹⁰⁹Esta norma mexicana establece las condiciones de diseño y operación aplicables a los gabinetes, cuartos húmedos y tanques de almacenamiento que se utilizan para conservar especímenes de ensayo de pasta, mortero o concreto, elaborados con cementantes hidráulicos.

entre 20 h y 48 h y almacenarse de inmediato en una condición húmeda a la temperatura de $296 \text{ °K} \pm 2 \text{ °K}$ ($23 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$) hasta el momento de la prueba.

El tratamiento de curado húmedo de los especímenes debe cumplir con lo especificado en la norma mexicana NMX-C-148-ONNCCE-2010 [NMX_C_148:2010].

El curado de especímenes para pruebas, –al organización” lo lleva a cabo de la siguiente forma:

c. Metodología:

1. Registrar la temperatura de las piletas de curado y/o cuarto de curado utilizando un termómetro de máximas y mínimas ó mercurio, en los horarios establecidos en el formato de registro –Control de temperatura en la pileta y/o cuarto de curado, humedad relativa y temperatura ambiente” (Anexo 20) y unir los puntos graficados en el mismo formato, con el fin de observar el comportamiento de la temperatura a lo largo del tiempo. Cuando se observe el comportamiento de la temperatura fuera delo especificado ($23 \pm 2 \text{ °C}$) reportar al Analista de Control de Calidad, quien debe realizar las acciones correctivas.
2. De acuerdo a las temperaturas registradas del higrómetro se determinará la humedad relativa utilizando la –Tabla para la determinación de humedad relativa” en la cual se indica en el eje horizontal valores de temperatura de bulbo seco y el eje vertical valores de temperatura del bulbo húmedo, una vez localizados los valores en la tabla se procede a trazar dos líneas imaginarias que pasen por dichos valores y en forma paralela a cada uno de los ejes, el punto donde se crucen dichas líneas imaginarias será la humedad relativa que existe en ese momento, anotando la humedad relativa en el formato de registro –Control de temperatura en la pileta y/o cuarto de curado, humedad relativa y temperatura ambiente” (Anexo 20) con una aproximación de 1 °C . En el caso de utilizar higrómetro la lectura se registra directamente en el formato –Control de temperatura en la pileta y/o cuarto de curado, humedad relativa y temperatura ambiente” (Anexo 20) con la misma aproximación.
3. En caso de que por fuerza mayor no se esté presente para tomar las temperaturas a la hora especificada y/o humedad relativa, se anotará en observaciones la causa y se cruzará el espacio correspondiente.
4. Cuando el instrumento de medición de la temperatura no se encuentra fijo en las instalaciones, éste se debe colocar en el sitio por lo menos 15 min antes de tomar la lectura correspondiente; de tal modo que el instrumento se adapte a las condiciones ambientales del lugar.

Piletas de Curado

1. Cada tanque de almacenamiento (pileta de curado) debe tener temperatura controlada para cumplir con las especificaciones.
2. Cada tanque debe contar con un termómetro con su bulbo sumergido, el agua debe mantenerse a una temperatura de $23 \pm 2 \text{ °C}$ y ésta debe estar saturada con cal (hidróxido de calcio).
3. El tanque debe tener dimensiones suficientes que los especímenes queden separados –entre sí alrededor de 1 cm ”“entre ellos y de las paredes del tanque 3 cm ”. El tirante de agua debe ser por lo menos 2 cm superior a la superficie libre de

los especímenes. Si existe algún aparato calefactor para el control de temperatura, éste deberá estar alejado por lo menos 10 cm de los especímenes.

4. En caso de tener la necesidad de estibar especímenes, se podrá realizar, pero no mayor a dos especímenes.
5. El agua de las piletas de curado debe estar saturada de cal (hidróxido de calcio) con 3,0 gramos por litro y debe mezclarse en intervalos no mayores de un mes. Las piletas de curado deben lavarse en períodos no mayores a 12 meses, vaciando el agua y retirando la totalidad de sedimentos en el fondo y las paredes; una vez realizado lo anterior, se incorpora agua limpia y se añade la cal. Lo anterior se registra en el formato de registro —~~Bá~~cora del laboratorio” (Anexo 21).
6. Para el caso de piletas de curado se considera la humedad relativa de 100%.
7. En caso de tener más de una pila de curado, éstas se deben identificar y en cada una se debe utilizar un formato de registro —~~Co~~ntrol de temperatura en la piletas y/o cuarto de curado, humedad relativa y temperatura ambiente” (Anexo 20) por pila. Si las pilas están interconectadas se considera como una sola pila.

Cuartos de Curado y/o Gabinetes Húmedos

1. La temperatura y humedad relativa deben ser controlados y mantenidos por medio de rociadores de niebla, pulverizadores de agua o cortinas de agua no dirigidas hacia los especímenes.
2. En caso de tener la necesidad de estibar especímenes, se podrá realizar, pero no mayor a dos especímenes.
3. Para el curado debe tenerse especial atención en evitar daños o deterioros durante el almacenamiento. El almacenamiento debe ser tal que impida el golpeteo de especímenes que pueda provocar daños a los mismos. Al retirar los especímenes del curado éstos deben inspeccionarse visualmente para verificar que no sufrieron daño alguno.
4. Si por alguna determinada razón, no se siguen las prácticas recomendadas para el almacenaje, manejo y preparación de muestras y se detecta algún daño o deterioro, el encargado de control de calidad evalúa visualmente la magnitud del daño y determina si el espécimen puede ser reparado o desechado. Lo anterior se documenta en el formato de registro —~~R~~eporte de muestreo, programación y ensayo”(Anexo 18), en el apartado de observaciones.
5. Cuando menos una vez al año se debe realizar una inspección general al estado de las piletas y/o cuartos de curado, dejando registro en el formato de registro —~~I~~nspección general a piletas y/o cuartos de curado” (Anexo 22), como parte del mantenimiento a las instalaciones del laboratorio.

4.3.2.3. Cabeceo de especímenes cilíndricos (Sexto método de prueba motivo de acreditación).

En este punto se presentan los lineamientos sobre el cabeceo de los especímenes de concreto cilíndricos conforme a la norma mexicana NMX-C-109-ONNCCE-2004 NMX_C_109:2004 Industria de la Construcción-Concreto –Cabeceo de Especímenes Cilíndricos, esta norma mexicana —Establece los procedimientos para cabecear con materiales adheribles o cemento puro a los especímenes cilíndricos de concreto recién elaborados, así como con mortero de azufre a los especímenes cilíndricos y corazones de concreto endurecido, cuando las bases de dichos elementos no cumplen con los requisitos de planicidad y perpendicularidad indicados en las especificaciones aplicables”, en la norma mexicana NMX_C_083:2002¹¹⁰.

Para la elaboración y control de muestras representativas de concreto y ensaye de éstas, los laboratorios de Control de Calidad de “la organización” siguen los lineamientos establecidos por las normas mexicanas vigentes.

En este sentido la norma mexicana [NMX_C_155:2004], establece lo siguiente:

ISO 9001:2008	ISO/IEC 17025:2005-2006	NMX-C-155-ONNCCE-2004
		6

Para pruebas de resistencia a compresión, de la muestra obtenida de acuerdo con la NMC-C-161-ONNCCE (véase capítulo 3), deben hacerse como mínimo, 2 especímenes para probar a la edad específica.

La definición que la norma mexicana [NMX_C_109:2004], hace al término “cabeceo” es la siguiente:

ISO 9001:2008	ISO/IEC 17025:2005-2006	NMX-C-109-ONNCCE-2004
		Definiciones

Es la preparación con cemento puro o mortero de azufre de las bases de los especímenes cilíndricos para lograr el paralelismo entre las caras de prueba.

El procedimiento operativo —Procedimiento para concreto endurecido” está basado en las normas mexicanas:

NMX-C-159-ONNCCE-2004 NMX_C_159:2004, la cual establece:

ISO 9001:2008	ISO/IEC 17025:2005-2006	NMX-C-109-ONNCCE-2004
		5

Especímenes endurecidos curados en ambiente húmedo.

¹¹⁰Esta norma mexicana: Establece los métodos de prueba para la determinación de la resistencia a compresión del concreto, en especímenes cilíndricos moldeados y corazones de concreto con masa volumétrica mayor a 900 kg/m³”.

Los especímenes endurecidos que han sido curados con humedad, deben ser cabeceados con mortero de azufre que reúna los siguientes requisitos.

ISO 9001:2008	ISO/IEC 17025:2005-2006	NMX-C-109-ONNCCE-2004
		5.2.1

La resistencia del mortero de azufre y el espesor de la capa de cabeceo debe cumplir con lo indicado en la tabla 1¹¹¹.

Resistencia del concreto, en Mpa (Kgf/cm ²)	Resistencia mínima del mortero de azufre, en (kgf/cm ²)	Espesor máximo de cada capa de cabeceo en cualquier punto, en mm
3,5 a 50 (35 a 500)	35 Mpa (350) o la del concreto, cualquiera que sea mayor.	8
Más de 50 (más de 500)	No menor que la resistencia del concreto.	5

Tabla. 1. Resistencia a la compresión y espesor máximo del mortero de azufre.

Los morteros de azufre comerciales o preparados en el laboratorio deben alcanzar su resistencia en 2 h como máximo para resistencias hasta de 35 Mpa (350 kgf/cm²), para resistencias mayores del concreto, la capa de cabeceo se debe mantener 16 h mínimo antes del ensaye, a menos que se haya establecido un periodo satisfactorio más corto en el que se alcance la resistencia especificada, verificado de acuerdo con el inciso 5.2.1.1.

ISO 9001:2008	ISO/IEC 17025:2005-2006	NMX-C-109-ONNCCE-2004
		5.2.1.1

Determinación de la resistencia a compresión.

Se emplea los especímenes de prueba empleando un molde con 3 compartimientos cúbicos de 5 cm por lado, con una placa como base y una cubierta formada por una placa metálica, Se calienta el molde a una temperatura de 293 °K a 303 °K (20 °C a 30 °C). se cubre la superficie de los moldes que están en contacto con el mortero de azufre, con una capa delgada de aceite mineral y se lleva cerca del recipiente. Con el mortero de azufre fundido a una temperatura entre 403 °K y 423 °K (130 °C a 150 °C), se agita continuamente y se procede a colar los cubos empleando una cuchara u otro utensilio apropiado para el colado, rápidamente se llena cada uno de los tres compartimientos hasta que el material fundido llegue a la parte alta del agujero de la placa. Se deja el tiempo suficiente para que se presente el máximo de contracción debida al enfriamiento y solidificación (que ocurre aproximadamente en 15 min) y se llena cada agujero con el material fundido (el relleno ayuda a evitar la formación de huecos o tubos de contracción en el cuerpo del cubo). Después de que se ha completado la solidificación se retiran los cubos del molde sin romper la colada formada por el llenado del agujero en la placa de la cubierta. Se limpia el aceite, se raspan y retiran los sobrantes de las aristas y se verifican los planos de las superficies de contacto. Después de almacenarlos a la temperatura del laboratorio durante 2 horas mínimo para resistencias de 35 Mpa (350 kgf/cm²) o de 16 h para resistencias mayores, se prueban los cubos a la compresión aplicando la carga en dos de las caras laterales y se calcula su resistencia en Mpa (kgf/cm²).

¹¹¹Al hablar de la tabla 1, el texto hace referencia a la tabla (Resistencia a la compresión y espesor máximo del mortero de azufre), expuesta en la Norma Mexicana NMX-C-109-ONNCCE-2004 "Industria de la Construcción – Concreto –Cabeceo de especímenes cilíndricos".

El cabeceo de especímenes para pruebas, –al organización” lo lleva a cabo de la siguiente forma:

a. Equipo:

- Platos metálicos cuyo diámetro debe ser por lo menos 5 mm mayor que el del espécimen por cabecear y su superficie de asiento no debe apartarse de un plano en más de 0,05 mm en 150 mm debiendo estar libre de estrías, ranuras o depresiones. El espesor del plato para cilindros de 15 cm de diámetro no debe ser menor de 11 mm. (Ver Figura 10. Ejemplo de plato metálico); para diámetros diferentes el espesor debe ser tal que no afecte el cabeceo por choques térmicos al enfriarse rápidamente, un espesor adecuado de placa no provoca contracciones ni fracturas en el azufre, en caso contrario debe aumentarse el espesor.

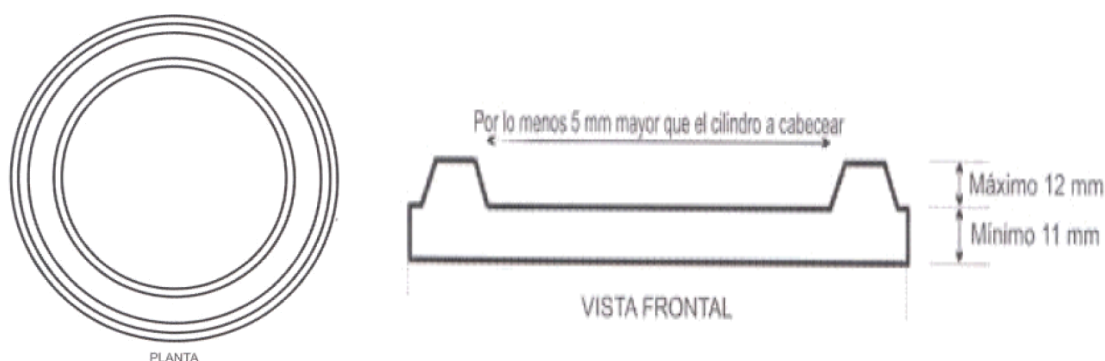


Figura. 10 Ejemplo de plato metálico.

- Alineadores para cabeceo de especímenes cilíndricos en unión con las placas de cabeceo para asegurar que ni una sola capa se aparte de la perpendicularidad al eje del espécimen cilíndrico en más de 0,5 grados, lo que equivale aproximadamente a 3 mm en 300 mm.
- Recipiente para fundir el azufre, ya sea con control automático de temperatura o sometido a calor externo, cualquiera de los recipientes debe estar forrado o fabricado de un material no reactivo con el mortero de azufre fundido.
- Espátula. Báscula.
- Escuadra metálica de 90° con una muesca que libere para librar las orillas del cabeceo.
- Calibrador de laminillas.
- Termómetro con rango de temperatura mínima de 0° a un rango no menor a 200° C, con una división mínima de 2 °C.
- Malla No. 4, la cual servirá para colar el mortero de azufre en caso de requerirse.
- Campana extractora de gases.
- Cucharón soper, Jerga.
- Equipo de seguridad: mascarilla para gases cuando se requiera, peto y mangas de cuero, guantes de carnaza largos y protector para rostro (careta o lentes).

- Moldes cúbicos para mortero de 50 mm x 50 mm x 50 mm ± 1 mm por lado, metálico con 3 compartimentos y dispositivos de aumento metálico que cuente con orificios cónicos y una placa como base y una cubierta perforada.
- Termómetro e Higrómetro.
- Compás de diámetros o vernier.
- Aceite mineral.

b. Metodología:

Revisión de las bases del espécimen.

1. Planicidad.- Verificar en direcciones perpendiculares con la escuadra y el calibrador de laminillas, tomando un mínimo de tres lecturas en diámetros diferentes para asegurar que las superficies de la capa no se aparten de un plano de más de 0,05 mm.
2. Perpendicularidad.- Colocar la escuadra metálica con muesca sobre las cara cabeceada en dos lados opuestos y verificar que no se separe de la pared del espécimen cilindro en más de 0,5° aproximadamente 3 mm en 300 mm de altura del espécimen cilíndrico y para especímenes cúbicos, colocar la escuadra metálica, en dos lados opuestos y verificar que no se separe de la pared del espécimen en más de 1,5 mm en 150 mm
3. Cuando la base del espécimen cumpla con la planicidad y la perpendicularidad requerida podrá ensayarse sin cabeceo, corte o pulido.

Cabeceo de especímenes.

1. Durante el cabeceo de especímenes se registra la temperatura y humedad relativa del ambiente del área en el formato de registro “Control de temperatura en la pileta y/o cuarto de curado, humedad relativa y temperatura ambiente” (Anexo 20).
2. El mortero de azufre es de alta resistencia el cual es preparado en el laboratorio con la finalidad de adquirir la resistencia mínima solicitada según Tabla No. 19.

Resistencia del concreto, en Mpa (Kgf/cm ²)	Resistencia mínima del mortero de azufre, en (kgf/cm ²)	Espesor promedio máximo de cada capa de cabeceo en mm	Espesor máximo de cada capa de cabeceo en cualquier punto, en mm
3,5 a 50 (35 a 500)	35 Mpa (350) o la del concreto, cualquiera que sea mayor.	6	8
Más de 50 (más de 500)	No menor que la resistencia del concreto.	3	5

Tabla 19. Resistencia a la compresión y espesor máximo del mortero de azufre.

Preparación del mortero de azufre.

1. Durante la realización de estos procesos mantenga encendida la campana extractora para eliminar los gases producidos durante la fundición del azufre.
2. Para el caso, que el mortero de azufre vaya a ser usado por primera vez, la mezcla de azufre (con o sin adición que incremente su resistencia) se realizará en peso, de la siguiente manera: se establece una cantidad de azufre y a partir de ese peso se determina un % que puede variar del 10% al 30%, cantidad que será la que se incluirá de adición.

3. Se podrá utilizar también azufre comercial ya preparado en cuyo caso solo se deberá verificar que se cumpla con la resistencia especificada en este procedimiento.
4. Calentar el mortero de azufre comercial en un recipiente, hasta una temperatura de $140^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$, se calienta por separado la adición hasta que no contenga humedad, en ese momento se adiciona la adición al azufre fundido, finalmente homogeneizarlo manteniendo una temperatura aproximada de $140^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$.
5. Cuando los especímenes de concreto ya fueron ensayados a compresión, se debe recuperar el mortero de azufre de las bases de los especímenes, este se funde a una temperatura aproximada de $140^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$, posteriormente se cuela por una malla con la finalidad de eliminar cualquier tipo de contaminación.
6. Cuando la cantidad de mortero de azufre ha disminuido por los desperdicios generados en la recuperación del mismo, se podrá agregar una cantidad adicional de azufre y adición, conservando la proporción indicada en éste procedimiento.
7. Cuando el mortero de azufre ha concluido su vida útil o sea necesario desecharlo por alguna contaminación, se procederá conforme a lo descrito en el procedimiento para el manejo de residuos.

Control de usos del mortero de azufre

1. Se debe preparar una cantidad considerable de mortero de azufre mezclando el mismo en seco con el material complementario (como por ejemplo humo de sílice), y depositarse en un contenedor cerrado para evitar que el mismo obtenga humedad.
2. De este contenedor (lote) con mortero de azufre se verifica la resistencia del mismo en la primera muestra antes de ser utilizado, la cual se considera como una resistencia representativa de este primer uso. Se continúa utilizando el material almacenado en los días subsecuentes hasta agotarlo, así mismo al final de cada día debe recuperarse el mortero de azufre utilizado y depositarse en un recipiente para —próximo uso”.
3. El mortero de azufre fundido debe mantenerse alejado de humedad, pues al incluir humedad en el mortero varía la resistencia.
4. Una vez agotada la mezcla preparada inicialmente se procede a hacer uso del recipiente con el mortero de azufre depositado en el recipiente de —próximo uso”, el cual debe ser re-identificado como -en uso”, verificando la resistencia en la primer muestra antes de ser puesto en uso (por ejemplo en el segundo uso), recuperándose el mortero de azufre utilizado durante cada día que se use este material y depositándose en otro recipiente para —próximo uso”.
5. En lo sucesivo el mortero deberá ser alternado en los recipientes de —en uso” y de —próximo uso” hasta completar un máximo de 10 usos y se desecha cuando su resistencia es menor de la requerida o especificada o por tener alguna contaminación.

Nota 2: En caso que el mortero de azufre después de los 10 usos continúe cumpliendo con la resistencia requerida según la tabla 1, podrá seguir usándose.

Verificación de la resistencia del mortero de azufre

1. Se elaboran 3 cubos de mortero de azufre de cada uso, en los cuales se deberá cumplir con una resistencia mínima a la compresión según lo indicado en la Tabla 20 (Resistencia a la compresión y espesor máximo del mortero de azufre). Se calienta el mortero de azufre a una temperatura de aproximadamente $140^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$, agitándolo continuamente.
2. La resistencia del mortero de azufre se determina en cubos de $50\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ por lado de la siguiente manera:
 - a. Se precalienta el molde para evitar choques térmicos. El precalentamiento puede ser la temperatura con la que pueda retirarse con la mano.
 - b. Se lubrica el interior del molde con una capa delgada de aceite mineral.
 - c. Con el mortero de azufre fundido a una temperatura de entre 130°C y 150°C se procede acolar los cubos, empleando una cuchara para llenar cada uno de los compartimentos y huecos que se crean por contracciones.
 - d. Se retiran los cubos del molde después de que se ha completado la solidificación.
 - e. Se limpian los cubos y retiran los sobrantes de las aristas, verificando los planos de las superficies de contacto.
 - f. Después de esperar el tiempo requerido para que adquiera la resistencia esperada, almacenados a la temperatura del laboratorio. Se prueban los cubos a compresión aplicando la carga en dos de las caras laterales y se calcula su resistencia, anotándose el resultado en el formato de registro —Gráfica de control de resistencia del mortero de azufre” (Anexo 23), en $\text{Mpa}(\text{kgf}/\text{cm}^2)$
 - g. La velocidad de aplicación de la carga sobre el espécimen debe ser tal que este falla entre 20 s y 80 s.
3. En caso de no alcanzar la resistencia especificada del mortero de azufre, dosificar nuevamente los materiales de la mezcla de los componentes del mortero de azufre y repetir el ensayo. En caso de no llegar a la resistencia el mortero de azufre no deberá ser usado. El material sobrante preferentemente debe ser depositado en un tanque identificado para su posterior recolección y retiro.

Cabeceo

Para iniciar las actividades de cabeceo, encender la campana extractora para eliminar los gases producidos durante la fundición del mortero de azufre. Debe cabecearse en un sitio cubierto sin circulación de aire que enfrié el mortero de azufre antes de obtener adherencia con el concreto, no deben existir cambios de clima bruscos.

1. Fundir el mortero de azufre en el recipiente destinado para tal efecto, calentándolo a una temperatura entre $140^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$.
2. Transportar los especímenes del cuarto o pileta de curado una vez que se haya escurrido la humedad de los mismos, al lugar donde van a ser cabeceados (zona de cabeceo), cubriéndolos con una jerga húmeda a fin de evitar la pérdida de humedad a excepción de las bases de los especímenes las cuales deben estar

lo suficientemente secas, libres de polvo y/o de algún material aceitoso, con el propósito de garantizar la adecuada adherencia de la capa de cabeceo.

3. Registrar cualquier anomalía encontrada en los especímenes de concreto endurecido, durante la supervisión física realizada antes de su ensayo en el formato de registro —Verificación del cabeceo de cilindros” (Anexo 24).
4. Antes de vaciar el mortero de azufre al plato de cabeceo, éste debe precalentarse colocando el plato cerca de la olla para fundir el azufre o vertiendo por lo menos una ocasión azufre fundido en él.
5. Aceitar ligeramente los platos. Posteriormente, ésta operación se repite cuando la capa de aceite en los platos se vea diluida y se dificulte el retiro del cilindro cabeceado.
6. Agitar el mortero de azufre contenido en el recipiente y se vierte (con la ayuda del cucharón) sobre el plato de cabeceo, inmediatamente después se coloca el espécimen siguiendo las guías de alineamiento, dejándose enfriar el azufre 10 segundos aproximadamente y se procede a cabecear otros especímenes si se cuenta con varios cabeceadores. Posteriormente se despegan los especímenes aplicando un ligero golpe al plato cabeceador. Se repite el proceso de cabeceo para la otra cara del espécimen (o especímenes), tal y como se indicó en el punto anterior y alineando el espécimen con las guías. El cabeceo debe tener el espesor que cumpla con lo indicado en la Tabla 20 (Resistencia a la compresión y espesor máximo del mortero de azufre).
7. Se verifica la adherencia viendo que no queden oquedades en la capa de azufre, mediante inspección visual y aplicando ligeros golpes sobre la superficie.
8. Verificar las superficies cabeceadas con una frecuencia de 1 de cada 10 especímenes (o por lo menos 1 al día, en caso de tener programados menos de 10 especímenes), esta verificación debe realizarse en la cara enrasada del espécimen, como a continuación se describe:
 - a. Planicidad.-Verificar en direcciones perpendiculares con la escuadra y el calibrador de laminillas, tomando un mínimo de tres lecturas en diámetros diferentes para asegurar que las superficies de la capa no se aparten de un plano de más de 0,05 mm.
 - b. Perpendicularidad.-Colocar la escuadra metálica con muesca sobre cara cabeceada en dos lados opuestos y verificar que no se separe de la pared del espécimen cilindro en más de 0,5° aproximadamente 3 mm en 300 mm de altura del espécimen cilíndrico y para especímenes cúbicos, colocar la escuadra metálica, en dos lados opuestos y verificar que no se separe de la pared del espécimen en mas de 1,5 mm en 150 mm
 - c. Espesor.- Se realizan dos muescas alrededor del borde revisando el espesor promedio y máximo de acuerdo a la Tabla 20 (Resistencia a la compresión y espesor máximo del mortero de azufre).
 - d. Adherencia.- Verificar dando golpes con los nudillos de la mano, que no emita un sonido hueco.
9. Posterior a la verificación de las superficies, y en caso de requerirse cabecear nuevamente el espécimen. La planicidad, espesor, adherencia y

perpendicularidad de las capas se debe registrar en el formato de registro —Verificación del cabeceo de cilindros” (Anexo 24).

10. Cuando el espécimen verificado no cumpla con la planicidad, perpendicularidad y/o espesor especificados, se procederá a verificar los 2 especímenes anteriores cabeceados en el mismo plato, con el fin de detectar si es una deficiencia en la prueba o en el equipo, en cuyo caso se procederá a darlo de baja. En caso de no cumplir la adherencia, verificar que la superficie a cabecear esté completamente seca y libre de cualquier material aceitoso o cera.
11. Cabeceado el espécimen, se traslada a la zona de ensaye cuidando que durante el tiempo transcurrido entre el término del cabeceo y el momento de su ensaye, los especímenes no pierdan humedad, deben protegerse con una jerga húmeda.
12. El tiempo transcurrido entre el terminado del cabeceo y el momento del ensaye de los especímenes debe ser el necesario para verificar que el mortero de azufre cumpla con la resistencia mínima especificada.
13. Para el caso que se utilice un espécimen cubico, la verificación deberá realizarse la medición de las cuatro aristas de 2 caras perpendiculares entre sí, exceptuando la cara expuesta donde se elaboró el espécimen.

4.3.2.4. Ensaye a compresión de especímenes cilíndricos (Séptimo método de prueba motivo de acreditación).

En este punto se presentan los lineamientos sobre el Ensaye a compresión de especímenes cilíndricos de concreto conforme a la norma mexicana NMX-C-083-ONNCC-2002 NMX_C_083:2002 Industria de la Construcción – Concreto – Determinación de la resistencia a la Compresión de Cilindros de Concreto – Método de prueba. Esta norma mexicana —establece los métodos de prueba para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en especímenes cilíndricos moldeados y corazones de concreto con masa volumétrica mayor a 900 kg/cm^3 .

Las indicaciones mencionadas en el procedimiento operativo —Procedimiento para concreto endurecido” y en particular para el Método de prueba —Ensaye a compresión” es aplicable a especímenes cilíndricos moldeados con relación de altura 2:1.

a. Equipo:

- Máquina de compresión digital o analógica debiendo contar con los manómetros adecuados para ensayes cilindros, además de contar con bloque para apoyarse en la parte superior del espécimen con asiento esférico y con otro bloque rígido en la parte inferior para que descansa el espécimen. Ambos deberán contar con círculos concéntricos para llevar a cabo el centrado de los especímenes.
- Vernier (Aproximación 1 mm) y/o compás de puntas.
- Franela o estopa.
- Equipo de seguridad: faja elástica, guantes de carnaza, lentes de seguridad y zapatos de seguridad.
- Cronómetro.
- Cinta de medir.

b. Metodología:

1. Previo al inicio del ensaye a compresión, se necesitan revisar algunos aspectos relacionados con la Máquina de ensaye, los cuales dependerán del tipo, marca, capacidad de cada equipo, en la mayoría de los casos estos aspectos están descritos en los “manuales de operación” de cada máquina de ensaye, más sin embargo, podemos enlistar algunos de los más importantes y que se pueden considerar genéricos.
 - a. Verificar que el nivel del aceite hidráulico se encuentre en su nivel de operación.
 - b. Dependiendo del tipo de máquina de ensaye a compresión, en el caso de equipos que cuenten con doble carátula y rango, definir el rango a utilizar.
 - c. Verificar que las palancas estén colocadas en posición inicial, es decir, que la posición de la(s) palancas no estén activadas.
 - d. Conectar y encender el motor de la bomba, dejar calentar el motor y hacer circular el aceite hidráulico (se recomienda por lo menos 5 min).
 - e. Revisar que la aguja de carga coincida con el cero de la carátula a utilizar.
 - f. Colocar la aguja de arrastre de la prensa en el cero.

Nota: —La organización” tiene considerado que si el laboratorio de ensayo se tiene una prensa —equipo de ensaye a compresión” con características distintas a las indicadas en el procedimiento operativo —Procedimiento para concreto endurecido”, se deberá tener un anexo específico en el que se especifique la metodología de la operación de la máquina de ensaye en uso.

2. Así como la norma mexicana NMX_C_083_2002, establece tolerancias para ensaye de especímenes, —al organización” tiene considerado algunas tolerancias —ertempo” para la realización de los ensayos a compresión de los especímenes, dependiendo de la —edad de prueba” del espécimen. Estas tolerancias son mostradas en la (Tabla 20) —tolerancias de ensaye”.

Edad de Prueba	Tolerancia permisible
24 h	± 0:30 h
3 días	± 2 h
7 días	± 6 h
14 días	± 12 h
28 días	± 24 h

Tabla. 20. Tolerancias de ensaye.

3. Se limpia con la estopa o franela las superficies de las placas de la máquina, tanto superior como inferior.
4. Verificar que el espécimen se encuentre con sus superficies de aplicación de carga debidamente preparadas, pulidas, cortadas o cabeceadas adecuadamente. En caso de que los especímenes hayan sido cabeceados con mortero de azufre, será necesario esperar a que el azufre cumpla con la resistencia mínima especificada.

5. Medir dos diámetros perpendiculares entre sí, a una altura media del espécimen para obtener:
 - a. El diámetro promedio y dos alturas opuestas para obtener la altura promedio, los cuales se deben registrar en el formato de registro —“Reporte de muestreo, programación y ensayo”(Anexo 18) y en el formato de registro —“Reporte de ensaye de resistencia a compresión” (Anexo 25), con aproximación de 1 mm.
 - b. Si el cliente no solicita la masa ni la altura de los especímenes, el laboratorio puede dejar de hacer y registrar estas mediciones, cancelando los espacios en el registro correspondiente.
- Nota: Cuando la altura del espécimen sea menor a 26,99cm en especímenes de 150 x 300mm y 17,99 cm en especímenes de 100x200mm se debe realizar un ajuste por esbeltez de acuerdo a la (Tabla 21) —“Factores de corrección de especímenes por relaciones de altura – diámetro”

Relación Altura - Diámetro del espécimen.	Tolerancia permisible.
2.00	1.00
1.75	0.99
1.50	0.97
1.25	0.94
1.00	0.91

Tabla 21. Factores de corrección de especímenes por relaciones de altura - diámetro.

6. Se limpian las bases del espécimen con la estopa o franela, previo a su colocación en la máquina de ensaye.
7. Se coloca el espécimen sobre la placa inferior de la prensa, alineando su eje cuidadosamente con el centro de la placa superior de carga con asiento esférico, por lo que se debe apoyar en los círculos concéntricos grabados en la placa inferior o bien con la ayuda de una guía para centrar los especímenes.
8. Para el caso que se utilice un espécimen cubico, se coloca el espécimen sobre la placa inferior de la prensa, alineando su eje cuidadosamente con el centro de la placa superior, o bien con la de una guía para centrar los especímenes.
9. Verificar que la aguja de carga se encuentre en ceros y desplazar la aguja de arrastre cerca de la aguja de carga para dar inicio a la aplicación de carga.
10. Se verifican dispositivos de seguridad para evitar daños a los operadores durante la falla de espécimen.
11. Se baja la placa superior de la máquina de prueba hacia el espécimen debidamente centrado y asegurando que se tenga un contacto suave y uniforme, sin producir impactos ni pérdidas de carga.
12. La velocidad de aplicación de la carga debe ser uniforme y estar dentro del intervalo de 137 a 343 kPa/s (84 a 210 kgf/cm²/min), equivalente para un diámetro estándar de 15 cm a un rango de 14,8 ton/min a 37,1 ton/min (32599 lb/min a 81718 lb/min). Se permite una velocidad mayor durante la aplicación de la primera mitad de la carga máxima esperada, siempre y cuando durante la segunda

mitad se mantenga la velocidad especificada de acuerdo al Anexo 26 —Tabla de velocidad de aplicación de carga”.

13. Se aplica carga al espécimen hasta alcanzar el máximo esfuerzo, como mínimo 1 de cada 10 se llevará a la falla de ruptura. La carga máxima aplicada, así como el tipo de falla o ruptura, se anotan en el formato de registro —Reporte de muestreo, programación y ensayo”(Anexo 18) y al formato de registro —Reporte de ensayo de resistencia a compresión” (Anexo 25). Para determinar el tipo de falla o ruptura se consulta el anexo 27 —Diagrama de fallas de cilindros sometidos a compresión”.

En el caso de los especímenes que no se llevan a la ruptura se cancela el espacio correspondiente.

14. Se retira el espécimen ensayado de la máquina de prueba y se recupera el mortero de azufre de la base de los especímenes.
15. Se calcula la resistencia obtenida de acuerdo a lo siguiente:

$$f_c = \frac{\text{Carga máxima aplicada (en kg)}}{\text{Area de secc. transv. del espec. (en cm}^2\text{)}}$$

Fórmula 6. Para el cálculo de la Resistencia a compresión (f’c).

$$\text{Area} = (\pi \times r^2)$$

Fórmula 7. Para el cálculo del área de la sección transversal del espécimen de prueba.

Donde:

- f’c = Resistencia obtenida r = Radio del espécimen
 - r = Radio de espécimen
 - π = 3,141593
16. La resistencia obtenida se anotará en el formato de registro —Reporte de muestreo, programación y ensayo”(Anexo 18). programación y ensayo” o en el formato de registro —Reporte de ensayo de resistencia a compresión” (Anexo 25).
 17. Al terminar el ensayo correspondiente al día, anotar en el formato de registro —Bitácora de máquina de ensayo” (Anexo 28), el número de especímenes ensayados.
 18. El mantenimiento y calibración oficial de la máquina de ensayo se realizará cada 40,000 cilindros ensayados ó 1 vez al año (lo que ocurra primero) por un organismo acreditado ante la ema.
 19. Finalmente se traslada el espécimen ensayado a la zona de desecho.
 20. El tiempo de retención de los especímenes está dado de acuerdo al siguiente criterio:
 - a. Laboratorios en plantas con una producción mensual menor a 3000 m³, 3 días de retención en laboratorio.
 - b. Laboratorios en plantas con una producción mensual mayor a 3000 m³ y menor de 5000 m³, 2 días de retención en laboratorio.

- c. Laboratorios en plantas con una producción mensual mayor de 5000 m³ 1 día de retención en el laboratorio.

La disposición final de los especímenes será inicialmente en el área de escombros de la planta, después se buscará su reutilización.

4.4. Aseguramiento de la calidad de los resultados.

El establecer los lineamientos para el aseguramiento de la calidad de los resultados describe un amplio rango de actividades para prevenir problemas de calidad y optimizar la precisión y exactitud de los ensayos con el objetivo de “asegurar resultados fiables”.

La norma mexicana ISO/IEC 17025:2005, establece en su punto 5.9 —Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y de calibración” lo siguiente:

ISO 9001:2008	ISO/IEC 17025:2005-2006	NMX-C-155-ONNCCE-2004
	5.9.1	

El laboratorio debe de tener procedimientos de control de la calidad para realizar el seguimiento de la validez de los ensayos y las calibraciones llevadas a cabo. Los datos resultantes deben ser registrados en forma tal que se puedan detectar las tendencias y, cuando sea posible, se deben aplicar técnicas estadísticas para la revisión de los resultados. Dicho seguimiento debe ser planificado y revisado y puede incluir, entre otros, los elementos siguientes:

1. El uso regular de materiales de referencia certificados o un control de calidad interno utilizando materiales de referencia secundarios.
2. La participación en comparaciones interlaboratorios o programas de ensayo de aptitud.
3. La repetición de ensayos o calibraciones utilizando el mismo método o métodos diferentes.
4. La repetición del ensayo o de la calibración de los objetos retenidos.
5. La correlación de los resultados para diferentes características de un ítem.

Nota: Es conveniente que los métodos seleccionados sean apropiados para el tipo y volumen de trabajo que se realiza.

La empresa cementera tiene declarado en su “Manual de calidad de laboratorio”, que el aseguramiento de la calidad de los resultados se logra a través del procedimiento operativo —Procedimiento de Aseguramiento de la Calidad de los resultados” este procedimiento tiene el objetivo de:

1. Establecer los lineamientos para el aseguramiento de la calidad de los resultados mediante la realización de Pruebas de aptitud (a través de las pruebas interlaboratorios en los laboratorios de control de calidad de la misma organización).
2. El análisis de los sistemas de medición (estudios de repetibilidad y reproducibilidad, que deban efectuarse para analizar la variación de las mediciones entre operarios y dentro del laboratorio, y
3. La aplicación de técnicas estadísticas para la revisión de los resultados.

De los datos que resulten se registran para que las tendencias sean detectadas y se aplican técnicas estadísticas para revisar los resultados.

La supervisión, planeada y revisada, incluye cualquiera de las siguientes actividades:

1. Participación en comparaciones entre laboratorios.
2. Duplicar los ensayos, utilizando el mismo o diferente método.
3. Correlación de resultados para diferentes características de un elemento.

El propósito del análisis de cualquier sistema de medición es **entender las fuentes de variación que pueden influir en los resultados producidos por el sistema.**

El procedimiento operativo —Procedimiento para el aseguramiento de la calidad de los resultados¹¹²”, propone una técnica para el análisis de los resultados de un estudio interlaboratorios¹¹³ para un método de prueba.

Las aplicaciones de un método de estudio interlaboratorios ayuda a:

1. Obtener un criterio de comparación entre dos o más laboratorios.
2. Desarrollar las bases para la evaluación de los laboratorios y detectar deficiencias.
3. Comparar los laboratorios antes y después de mejoras.

Los análisis del estudio interlaboratorios declarados por la organización a través de su procedimiento operativo —Procedimiento para el aseguramiento de la calidad de los resultados”, es realizado mediante el —software de análisis de estudio” de repetibilidad y reproducibilidad interlaboratorios desarrollados en Excel.

En dicho software están contenidos todos los cálculos y fórmulas de acuerdo a la norma ASTM C802-96¹¹⁴.

En dicho software solo se anotan las mediciones obtenidas por cada laboratorio, utilizando el formato correspondiente.

El estudio de Repetibilidad y Reproducibilidad está desarrollado de la siguiente manera:

1. Elegir la característica de calidad a medir, la cual será elegida del conjunto de ensayos que se efectúan al concreto sea: muestreo, masa unitaria, revenimiento, resistencia a la compresión.
 - a. Muestreo: De la mezcla de concreto producido para el análisis, con características definidas, cada uno de los laboratorios participantes, deberá tomar de manera aleatoria un mínimo de tres muestras, las cuales serán denominadas Muestra A, Muestra B, Muestra C, etc., la cantidad deberá ser suficiente para ejecutar los métodos de prueba de las características a medir y los especímenes necesarios para el ensaye, las muestras serán tomadas en forma aleatoria y en cantidad suficiente para realizar todos los ensayos ver figura 11 Aleatorización de muestras”.

La codificación de las muestras debe ser tal que permita su correcta identificación. El volumen de concreto necesario y el número de camiones revoladores estará en función del número de laboratorios participantes y el número de ensayos que se realizarán.

¹¹²El Objetivo del procedimiento operativo es: Establecer los lineamientos para el aseguramiento de la calidad de los resultados mediante la realización de pruebas de aptitud.

¹¹³Pruebas interlaboratorios es la realización y evaluación de pruebas sobre los mismos o similares productos o materiales, por dos o más laboratorios de acuerdo con unas condiciones predeterminadas”.

¹¹⁴Standard Practice for Conducting an Interlaboratory Test Program to Determine the Precision of Test Methods for Construction Materials.

Criterios de aceptabilidad.

1. Los laboratorios deben de pasar la prueba de homogeneidad y varianzas.
2. Los laboratorios deben pasar la prueba de igualdad de medidas.
3. El análisis estadístico será realizado con los laboratorios que pasen las dos pruebas anteriores.
4. Los laboratorios evaluados deben de estar dentro de los límites de control del gráfico correspondiente, los cuales son determinados empleando las desviaciones estándar entre laboratorios (reproducibilidad¹¹⁵) y dentro de laboratorios (repetibilidad¹¹⁶), deben ser comparadas contra algún parámetro estándar.
 - a. Las pruebas de —~~R~~reproducibilidad” son llevadas a cabo por todos los operadores del laboratorio, llevando a cabo por lo menos 1 vez cada operador la misma prueba con la misma muestra de concreto.
 - b. Las pruebas de —~~R~~repetibilidad” son llevadas a cabo por un solo operador llevado a cabo por lo menos 3 veces la misma prueba con la misma muestra de concreto.
5. Una vez obtenidos los resultados se determina la desviación estándar de la serie de datos conformado por los resultados de cada repetición de prueba.
6. Con la desviación estándar calculada se comparan los valores definidos de aceptación o rechazo declarados en las normas ASTM C802-96 que sean equivalentes a las normas mexicanas NMX. En el caso de que la norma NMX señale datos de precisión y sesgo, serán estos los datos con los que se comparen.
7. Para ambas pruebas, los resultados son registrados en los mismos formatos declarados en los procedimientos operativos de los métodos de prueba.
8. Finalmente se elabora el informe describiendo el objetivo, alcance, el operador que realizó las pruebas, la metodología, el resumen de los resultados, la comparación con el criterio de aceptación o rechazo y las conclusiones.
9. Todos los estudios deberán ser conservados y archivados.

4.5. Aplicación de técnicas estadísticas para la revisión de resultados “REAC”.

La empresa cementera analiza los datos obtenidos del laboratorio y si no satisfacen los criterios de aceptación o rechazo previamente pactados con el cliente o Plan de Calidad, se toman acciones para la corrección del problema.

Por sus siglas en español REAC —~~R~~Revisión Estadística de Ajustes de Cemento”, es la herramienta que de manera institucional utiliza para el análisis y la toma de decisiones respecto a los datos obtenidos de las pruebas realizadas en el laboratorio de control de calidad.

En este sentido, la norma mexicana ISO/IEC 17025:2005, establece:

¹¹⁵Reproducibilidad: es la valoración promedio de las mediciones hechas en el mismo material o muestra por dos o más operadores.

¹¹⁶Repetibilidad: Es la variación que ocurre cuando se realizan más de dos mediciones, efectuadas en el mismo material o muestra, en el mismo laboratorio, por el mismo operador y usando el mismo equipo en un periodo corto.

ISO 9001:2008	ISO/IEC 17025:2005-2006	NMX-C-155-ONNCCE-2004
	5.9.2	

Los datos de control de la calidad deben ser analizados y, si no satisfacen los criterios predefinidos, se deben tomar las acciones planificadas para corregir el problema y evitar consignar resultados incorrectos.

Esta herramienta se encuentra documentada en el procedimiento operativo llamado “Técnicas Estadísticas”, cuyo objetivo es: “Establecer las técnicas estadísticas necesarias y los procedimientos de medición y análisis de los resultados de concreto fresco y endurecido para controlar y verificar la capacidad del proceso, las características del producto y los ajustes en los diseños necesarios para optimizar y mejorar los resultados de los mismos”. (La empresa cementera, 2006)

En otras palabras el programa REAC permite analizar a nivel planta y producto con un nivel de detalle a nivel muestra, su tendencia estadística y detectar algún dato atípico que contamine la medición.

Como parte del procedimiento al Analista de Control de Calidad como responsable de las operaciones técnicas y la toma de decisiones del laboratorio, cada lunes debe revisar los resultados de sus plantas y reportar el ajuste de cemento en caso de ser necesario para el cumplimiento de los requisitos legales y reglamentarios pactados con anterioridad.

Cabe hacer mención que existen en el mismo procedimiento operativo “Técnicas Estadísticas”, otras herramientas de análisis estadístico que la empresa cementera tiene consideradas, de las cuales solo haremos mención, pero el objetivo es el mismo revisar la conformidad del cumplimiento de la resistencia especificada a través de un método estadístico.

4.5.1. Actividades previas al análisis estadístico:

El Analista de Control de Calidad debe revisar la siguiente documentación y/o información generada por el laboratorio en los tiempos abajo establecidos:

1. Cada 3er. Día (o mínimo 1 vez a la semana).
 - a. En los registros “Reporte de muestreo, programación y ensayo” (Anexo 18), colocando una rúbrica de revisado.

Esta revisión debe contemplar datos tales como: nombre del cliente, obra, tipo de concreto, aditivos empleados, orígenes de los agregados, etc., poniendo énfasis en la revisión de los parámetros del revenimiento, rendimiento volumétrico, masa unitaria y tolerancias de pesaje, Así como los resultados de resistencia a compresión que vaya obteniendo de las muestras previamente capturadas.
2. Semanalmente (o máximo cada quince días).
 - a. Revisar estadísticamente el comportamiento de la resistencia especificada conforme a los parámetros establecidos en el procedimiento operativo “Plan de Calidad”. Dicha revisión tiene como propósito fundamental revisar la conformidad del cumplimiento de la resistencia especificada, y adicionalmente le permite efectuar un análisis estadístico para la determinación de ajustes en el consumo de cemento llámense “Incrementos”

o —crementos” que permitan eficientar los diseños como parte de la mejora continua.

Esta revisión es efectuada a través de la herramienta —RAC”, para la determinación de —crementos” o —crementos” en el consumo de cemento de la planta de producción de concreto.

Como resultado de este Análisis Estadístico el programa emite una sugerencia de incremento o decremento de cemento, misma que deberá ser evaluada por el Analista de Control de Calidad quién juzgará la aplicación de esta recomendación tomándola —tabual” o bien, —tomándola simplemente como base” de un ajuste que él finalmente determinará, lo anterior es debido a que existen variables en la operación — producción - que al Analista de Control de Calidad conoce y puede contemplar , además es quien tiene conocimiento amplio del entorno de las características de la planta en cuestión, tales como: tipo de agregados, tipos de cementos, posible cambio de la procedencia de alguna materia prima, etc.

Las actividades anteriormente descritas pueden considerarse como actividades mínimas de supervisión semanal.

4.5.2. Metodología del análisis estadístico

1. El concreto debe alcanzar la resistencia especificada a compresión a la edad de 28 días u otra edad convenida y cumplir con lo siguiente en el caso que aplique:
2. De los criterios de aceptación ya establecidos en —Criterios de aceptación, concretos de línea”, donde se estableció lo siguiente:
 - a. Productos de línea —Concretos de línea”. Estos están sancionados bajo la norma mexicana NMX-C-155-ONNCCE-2004¹¹⁷ NMX_C_155:2004, su variante es —00” y su formulación es generada en el momento por el sistema de cálculo de dosificación.
3. Conforme a la norma mexicana NMX-C-155-ONNCCE-2004 NMX_C_155:2004, son tomados los siguientes criterios:
 - a. El concreto debe alcanzar la resistencia especificada a la compresión ($f'c$) a la edad de 28 días o la edad convenida y cumplir con lo siguiente:
 - b. Se acepta que no más del 10% de pruebas de resistencia a compresión tenga valores inferiores a la resistencia especificada ($f'c$). Se requiere un mínimo de 30 pruebas.
 - c. Se permite que no más del 1% de los promedios de 3 pruebas de resistencia a compresión consecutivas, sea inferior a la resistencia especificada. Se requiere un mínimo de 30 pruebas.

Nota: Para la ejemplificación del análisis se dará por hecho de que el número de pruebas es superior a 30 pruebas consecutivas, dado que en el caso de que el número de pruebas no sea suficiente la norma mexicana NMX_C_155:2004, en su numeral 5.3.1.1 establece los criterios de

¹¹⁷Norma Mexicana NMX-C-155-ONNCCE-2004 “Industria de la Construcción – Concreto – Concreto Hidráulico Industrializado – Especificaciones”. El objetivo de esta norma mexicana es establecer las especificaciones que debe cumplir el concreto hidráulico fresco y endurecido; el cual es utilizado como materia prima para construcción y es entregado en estado fresco a pie de obra.

aceptación de la resistencia para un número de pruebas insuficiente, (para una amplia consulta de este punto, referirse a la norma mexicana en cuestión).

En este sentido, la empresa cementera tiene la herramienta en su procedimiento operativo “Técnicas Estadísticas”, que ayuda a revisar el cumplimiento del producto dependiendo del número de pruebas consecutivas (anexo 29 Análisis de resistencia por muestreo insuficiente).

Los productos se evalúan estadísticamente a la edad de garantía obteniendo los siguientes datos:

1. Promedio(resistencia obtenida) X
2. Desviación estándar S
3. % de Resistencia obtenido
4. % de f'cr (%ACI)
5. Consumo de cemento
6. Eficiencia del cemento
7. Número de fallas

De acuerdo a los datos anteriores, se obtiene la probabilidad de falla, donde los límites a cuidar en el análisis estadístico, son los siguientes (ver tabla 22).

Desviación estándar ponderada global.	% ponderada global de f'cr (%ACI)	% muestras <f'c ponderadas global
No mayor de 30 kgf/cm ²	Mayor a 98,5 y menor a 105	ACI ó Calidad NMX-C-155-ONNCCE-2004

Tabla 22. Límites a cuidar en el análisis estadístico.

Donde:

$$f'cr = f'c + t S x 1.05$$

Fórmula 8. Para el cálculo de “Resistencia de diseño” o requerida.

Donde:

- f'cr = Resistencia de diseño o requerida.
- f'c = Resistencia de venta o especificada.
- S = Desviación estándar.
- t = Factor de la desviación estándar en función de la probabilidad de falla (ver tabla 23).

Nota: El valor de “t” puede variar de acuerdo a la reglamentación local o del proyecto.

Grado de calidad	Valor de "t"
ACI ó Calidad NMX-C-155-ONNCCE-2004	1.44

Tabla 23. “t” Factor de desviación estándar en función de la probabilidad de falla¹¹⁸.

118 .- La probabilidad de falla se podría definir como la probabilidad de exceder cierto estado límite, ya sea (Estado límite de Servicio ELS) ó (Estado Límite Último ELU). Es importante hacer notar que estamos hablando de una “falla mecánica” la cual es causada por cargas mecánicas externas (ensayo de resistencia a compresión).

De no cumplir con alguno de los parámetros anteriores, el Analista de Control de Calidad deberá evaluar y dictaminar las necesidades de pruebas de laboratorio y/o la modificación al diseño de mezcla.

La empresa cementera tiene establecido que para resistencias menores a 175 kg/cm² y mayores a 350 kg/cm² los límites establecidos pueden no llegar a cumplir sin que esto represente que sea un producto no conforme, además, para algunos productos con variante —00” concretos de línea con edad de garantía diferentes de 28 días o con otros aditivos o adiciones diferentes del aditivo de línea utilizado, no los considera para la estadística por lo que la revisión de estos productos quedan a criterio del Analista de Control de Calidad.

Eficiencia promedio del cemento.

La eficiencia promedio del cemento por planta se determina ponderando cada una de las resistencias de un mismo producto analizado, para este estudio, se realizará el análisis de 1 resistencia de concreto en particular, la de f'c = 200 kg/cm², debido a que esta resistencia es la más representativas, es decir, es la de mayor volumen registrado en la producción de la operación de la planta, debiendo tener para su análisis al menos 3 pruebas de un mismo producto para determinar la eficiencia del cemento cuyo calculo se realiza de la siguiente manera.

$$\% \text{ Eficinecia cemento} = \frac{RO}{CP} \times 100$$

Fórmula 9. Para el cálculo de la “eficiencia del cemento”.

Donde:

- RO = Resistencia promedio obtenida
- CP = Consumo de cemento.

Desviación estándar por planta.

La desviación estándar por planta se determina ponderando cada una de las resistencias de un mismo producto analizado con su volumen registrado.

4.6. Aplicación de técnicas estadísticas para la revisión de resultados “REAC”, ejemplo práctico

Esto llevado a la práctica se trata de lo siguiente:

El producto que vamos a analizar de la producción es:

Tipo de Concreto:

Concreto de línea Variante "000"

Producto analizado:

1-200-2-A-28-14-1-3-000

Figura 12. Código largo del producto a analizar.

1. Paso número 1 (Cálculo de resistencia de diseño ó requerida)

Definir es la “Resistencia de diseño ó requerida”, haciendo uso de la Fórmula 7. Para el cálculo de —Resistencia de diseño” o requerida, llegamos al siguiente resultado:

$$f'_{cr} = f'_c + t S \times 1.05$$

Fórmula 8. Para el cálculo de “Resistencia de diseño” o requerida.

Sustituyendo valores, obtenemos lo siguiente:

$$f'_{cr} = 200 \frac{kg}{cm^2} + 1.44 \cdot 25 \times 1.05$$

$$f'_{cr} = 247,8 \text{ kg/cm}^2$$

“Resistencia de diseño” o “requerida”.

Nota: Se consideró una desviación estándar de 25 kg/cm², debido a que una desviación estándar más baja se considera inapropiada, debido al gran número de variables que existe en la producción, aún así es una desviación estándar muy conservadora”, recordemos que la desviación estándar que marca la norma mexicana NMX_C_155:2004, es de 35 kg/cm².

3. Paso número 3 (Cálculo del incremento de resistencia promedio 3 – 28 días)

El siguiente paso una vez capturados los resultados de las pruebas a compresión de las muestras que ya tienen resultados a 28 días, es calcular el —Incremento promedio” de resistencia a compresión de 3 a 28 días.

Para el cálculo de este valor son —discretizados” el valor máximo y el valor mínimo de resultados de resistencia a compresión (marcadas en color rojo) capturados en la tabla anterior (figura 13).

El promedio se obtiene de la suma de valores de resistencia a compresión dividida entre el número de —muestras a considerar”.

$$\frac{89 + 90 + 97 + 132 + 112 + 112 + 88 + 102 + 115 + 102 + 87 + 88}{12} = 101,1 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo del incremento de resistencia promedio 3 – 28 días.

El —Incremento promedio” de resistencia a compresión obtenida, después de haber efectuado estas operaciones es de: 101,1 kg/cm² (figura 14).

Valor mínimo presentado a 28 días:	83	(kg/cm ²)
Valor máximo presentado a 28 días:	132	(kg/cm ²)
Sumatoria Total	1429	
No. Valores considerados:	12	
Incremento promedio de f'c de 3 a 28 días:	101	(kg/cm ²)

9.- Este valor a 28 días (valor mínimo) se discretiza para el análisis.

10.- Este valor a 28 días (valor máximo) se discretiza para el análisis.

11.- Aquí el "conteo" de los valores que serán considerados para el análisis, En este conteo se discretizan los valores "máximo y mínimo" (Número de valores "muestras" consideradas)

12.- El "Incremento promedio" resistencia a compresión" de 3 a 28 días.

Figura 14. Cálculo del “Incremento promedio”.

4. Paso número 4 (Cálculo de proyección esperada de muestras en análisis)

Los resultados a 3 días de las muestras en análisis, se captura en el espacio correspondiente (Figura 15).

En este paso se obtiene la "Proyección esperada" de la resistencia a compresión de las muestras en análisis y la "Proyección requerida (f'_{cr})"

El primero "Proyección esperada" es el resultado de la suma de:

$$\text{Proyección esperada} = f'c \text{ promedio 3 días} + \text{Incremento promedio}$$

Sustituyendo obtenemos:

$$\text{Proyección esperada} = 148 \text{ kg/cm}^2 + 101,1 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Proyección esperada} = 249,1 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo de la "Proyección esperada".

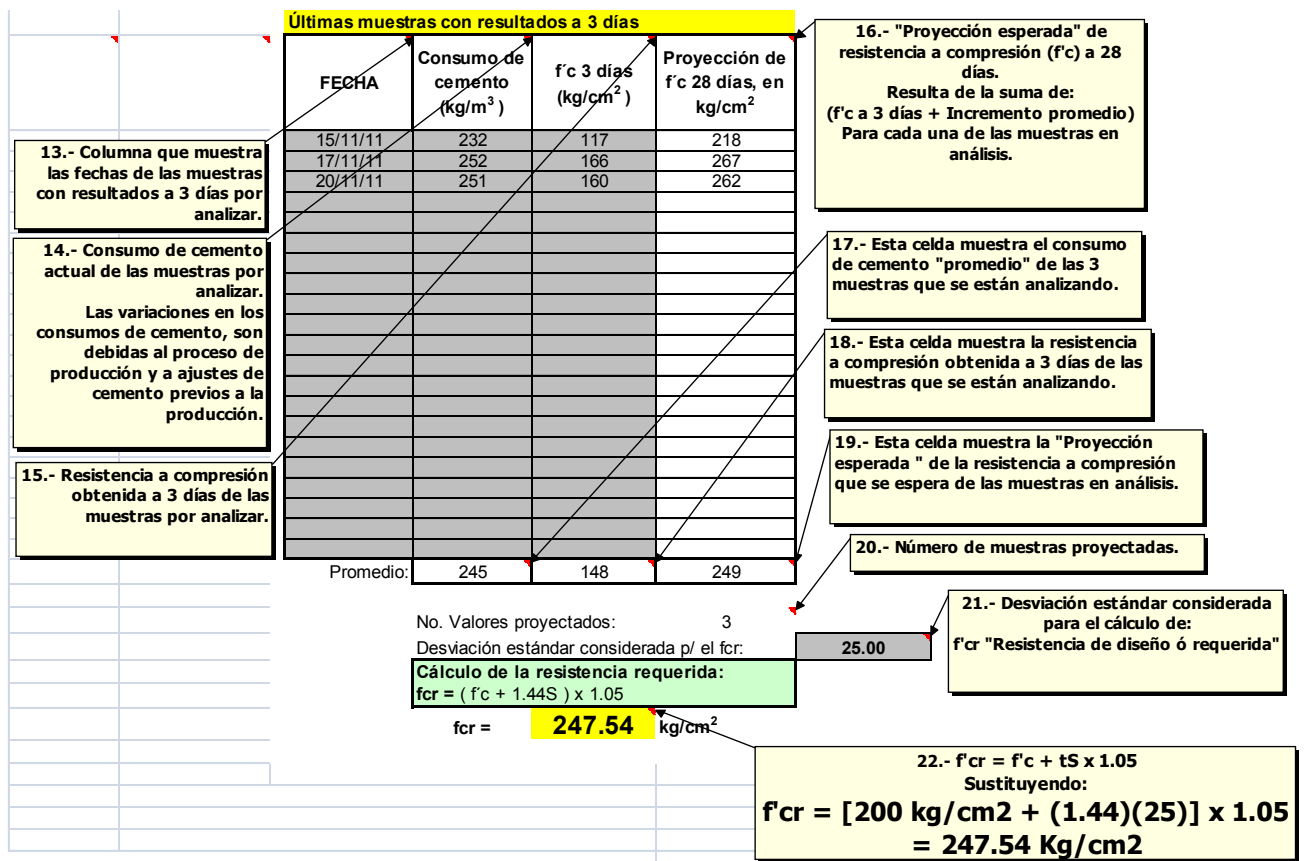


Figura 15. Proyección de resultados a 28 días y cálculo de f'_{cr} de muestras en análisis.

5. Paso 5 (obtención de la recomendación de ajuste de cemento)

La herramienta de análisis —Software” arroja una —recomendación” de ajuste de cemento como se muestra a continuación (figura 16).

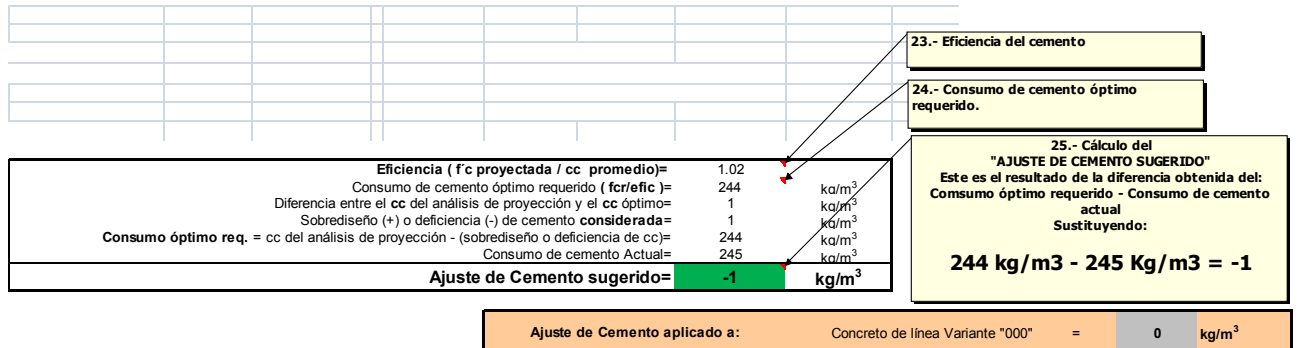


Figura 16.- “Recomendación” para el ajuste de cemento para el producto en análisis.

Con el fin de poder observar el formato completo del —Análisis estadístico” arriba ejemplificado, ver (Anexo 30 Análisis estadístico para la determinación de incrementos o decrementos en el consumo de cemento —ejemplo”).

4.7. Informes de ensayos.

El área de control de calidad, como parte del servicio posterior a la entrega y a solicitud del cliente, entrega los resultados obtenidos de los muestreos de los concretos suministrados en caso de tenerlos, o de aquellos concretos premezclados equivalentes a los que se les ha suministrado.

La norma mexicana [ISO 9001:2008], en su numeral 7.5.1. —Control de la producción y de la prestación del servicio” establece lo siguiente:

ISO 9001:2008	ISO/IEC 17025:2005-2006	NMX-C-155-ONNCCE-2004
7.5.1		

La organización debe planificar y llevar a cabo la producción de la prestación del servicio bajo condiciones controladas. Las condiciones controladas deben incluir, cuando sea aplicable.

6. La implementación de actividades de liberación, entrega y posteriores a la entrega del producto.

El laboratorio de control de calidad reporta a sus clientes, cuando así lo soliciten, el —~~fr~~orme de pruebas de concreto realizadas por el Laboratorio de Control de Calidad (f’c)” (Anexo 31 Informe de pruebas de concreto realizadas por el laboratorio de control de calidad f’c).

Los resultados de las pruebas deben ser firmados por el responsable del laboratorio de Control de Calidad, en el caso de ser un laboratorio acreditado ante la entidad mexicana de acreditación a.c. (ema), el responsable es el signatario autorizado.

En el procedimiento operativo —~~Proced~~imiento para concreto endurecido” tiene establecido los criterios que deben cumplir cada uno de los —~~in~~formes de pruebas.....”, al momento de ser emitidos, siendo estos:

7. Cuando el informe de resultados se refiera a muestras no tomadas por el personal de su laboratorio, se aclara mediante una nota visible en el mismo informe, deslindándose de la responsabilidad inherente a cualquiera de las pruebas acreditadas por el laboratorio, como pueden ser el muestreo, elaboración y curado de especímenes, y demás pruebas aplicables.
8. En el caso de adiciones o —~~cor~~recciones” a un informe emitido, se debe de elaborar otro documento que diga: Modificación / Suplemento al informe de Ensayos No., y este nuevo documento debe contener toda la información anterior, más la información modificada.
9. Cuando sea necesario emitir un informe de ensayo completamente nuevo este es identificado individualmente y debe contener una referencia al documento original al que reemplaza.

En el caso de haber una corrección o adición al informe emitido una vez que ya ha sido entregado se le notifica al cliente por escrito las causas de las correcciones a su informe y se procede de acuerdo a lo descrito en los párrafos anteriores.

Los informes a clientes hace referencia a normas vigentes, además, son respaldados teniendo una copia firmada del cliente archivada en cada laboratorio de pruebas.

CONCLUSIONES

Con base en el objetivo de la presente investigación que consiste en analizar el sistema de gestión de un Laboratorio de Control de Calidad donde se realizan pruebas al Concreto Hidráulico Premezclado en estado fresco y endurecido, en su fase de pruebas de laboratorio, con base en la norma NMX-EC-17025—IMNC-2006 utilizando métodos normalizados y conforme al alcance de acreditación del propio laboratorio.

Las conclusiones se desarrollan en dos vertientes, la primer vertiente corresponde al **producto terminado con resultados a 28 días**; la segunda vertiente, a la **Proyección de resistencia a compresión** de muestras que cuentan con resultados a 3 días. Con el primero, se verifica el cumplimiento del producto a edad de garantía, con el segundo, se **“pronostica”** el comportamiento de la producción con el fin de determinar los ajustes de cemento necesarios en la producción de concreto premezclado de acuerdo a los lineamientos establecidos por la empresa cementera, para ambos dar cumplimiento a los requisitos legales y reglamentarios que marca la normatividad aplicable.

Primera vertiente

Con los resultados de las muestras que cuentan con resultados a 28 días y haciendo el análisis del cumplimiento de los de los **“criterios de aceptación”** para los concretos de línea indicados, podemos concluir lo siguiente:

1. Cálculo de **“Resistencia de diseño o requerida”**

$$f'_{cr} = f'_{c} + t S \times 1.05$$

Fórmula 8. Para el cálculo de **“Resistencia de diseño” o requerida”**.

Sustituyendo:

$$f'_{cr} = 200 \frac{kg}{cm^2} + 1.44 \cdot 25 \times 1.05$$

$$f'_{cr} = 247,8 \text{ kg/cm}^2$$

“Resistencia de diseño” o requerida”.

3. **Desviación estándar (S) No mayor de 30 kg/cm²**

- a. La desviación estándar obtenida (ver figura 13) de las muestras con resultados a 28 días es de **14,27 kg/cm²**.
- b. Del —criterio de aceptación” para concretos de línea (ver tabla 24).

Desviación estándar ponderada global.
No mayor de 30 kgf/cm ²

Tabla 24. Límites a cuidar “Desviación estándar” para el análisis estadístico.

- c. Al comparar ambos, obtenemos lo siguiente:

$$14,27 \text{ kg/cm}^2 < 30 \text{ kg/cm}^2$$

Se cumple con el segundo requisito de evaluación estadística.

4. **% ponderada global de f'cr**

- a. De los —criterios de aceptación” para “% ponderada global de f'cr” se establece (ver tabla 25):

% ponderada global de f'cr (%ACI)
Mayor a 98,5 y menor a 105

Tabla 25. Límites a cuidar “% ponderada global de f'cr” para el análisis estadístico.

- b. Del cálculo de “**Resistencia de diseño o requerida**” se obtuvo **247,8 kg/cm²**.

$$\frac{\text{Resistencia Promedio } X}{\text{Resistencia requerida } (f'cr)} \times 100 = \%$$

Sustituyendo

$$\frac{259,4 \text{ kg/cm}^2}{247,8 \text{ kg/cm}^2} \times 100 = 104,9 \%$$

Se cumple con el tercer requisito de evaluación estadística.

Segunda vertiente

A partir de las muestras con resultados a 28 días se obtiene el incremento de resistencia, con este dato se calcula la “**Proyección esperada**” de las muestras con resultados a 3 días.

1. Con el **incremento de resistencia promedio (3 a 28) días obtenidos (101,1 kgf/cm²)** Ver figura 18, y sumado el promedio de resistencia a compresión de las muestras con resultados a 3 días (Ver figura 18), se obtiene, una **Proyección esperada** de **248,8 kg/cm²**, sustituyendo estos valores obtenemos lo siguiente:

Valor mínimo presentado a 28 días:	83	(kg/cm ²)
Valor máximo presentado a 28 días:	132	(kg/cm ²)
Sumatoria Total	1429	
No. Valores considerados:	12	
Incremento promedio de f'c de 3 a 28 días:	101.1	(kg/cm ²)

Figura 18.- “Cálculo de “incremento de resistencia promedio” de las muestras con resultados a 28 días.

Últimas muestras con resultados a 3 días			
FECHA	Consumo de cemento (kg/m ³)	f'c 3 días (kg/cm ²)	Proyección de f'c 28 días, en kg/cm ²
15/11/11	232	117	218
17/11/11	252	166	267
20/11/11	251	160	262
Promedio:	245	147.7	248.8

Figura 18.- Cálculo de “promedio de resistencia a compresión” de las muestras con resultados a 3 días.

$$\text{Proyección esperada} = f'c \text{ 3 días} + \text{Incremento promedio}$$

Sustituyendo:

$$\text{Proyección esperada} = 147,7 \text{ kg/cm}^2 + 101,1 | \text{Kg/cm}^2$$

$$\text{Proyección esperada} = 248,8 \text{ kg/cm}^2$$

“Proyección esperada”.

Con esta resistencia a compresión **“Proyección esperada”** se cumple con **“Resistencia de diseño o requerida”**, es decir;

$$\text{Proyección esperada} > \text{Resistencia de diseño o requerida}$$

$$248,8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} > 247,8 \text{ kg/cm}^2$$

2. El ajuste de cemento que se debe aplicar para la producción de concreto de línea de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ sería de -1 kg/m^3 (Ver figura 19).

Eficiencia ($f'c$ proyectada / cc promedio)=	1.02	
Consumo de cemento óptimo requerido ($fcr/efic$)=	244	kg/m^3
Diferencia entre el cc del análisis de proyección y el cc óptimo=	1	kg/m^3
Sobrediseño (+) o deficiencia (-) de cemento considerada =	1	kg/m^3
Consumo óptimo req. = cc del análisis de proyección - (sobrediseño o deficiencia de cc)=	244	kg/m^3
Consumo de cemento Actual=	245	kg/m^3
Ajuste de Cemento sugerido=	-1	kg/m^3

Figura 19.- Ajuste de cemento sugerido por la herramienta de análisis estadístico “REAC”.

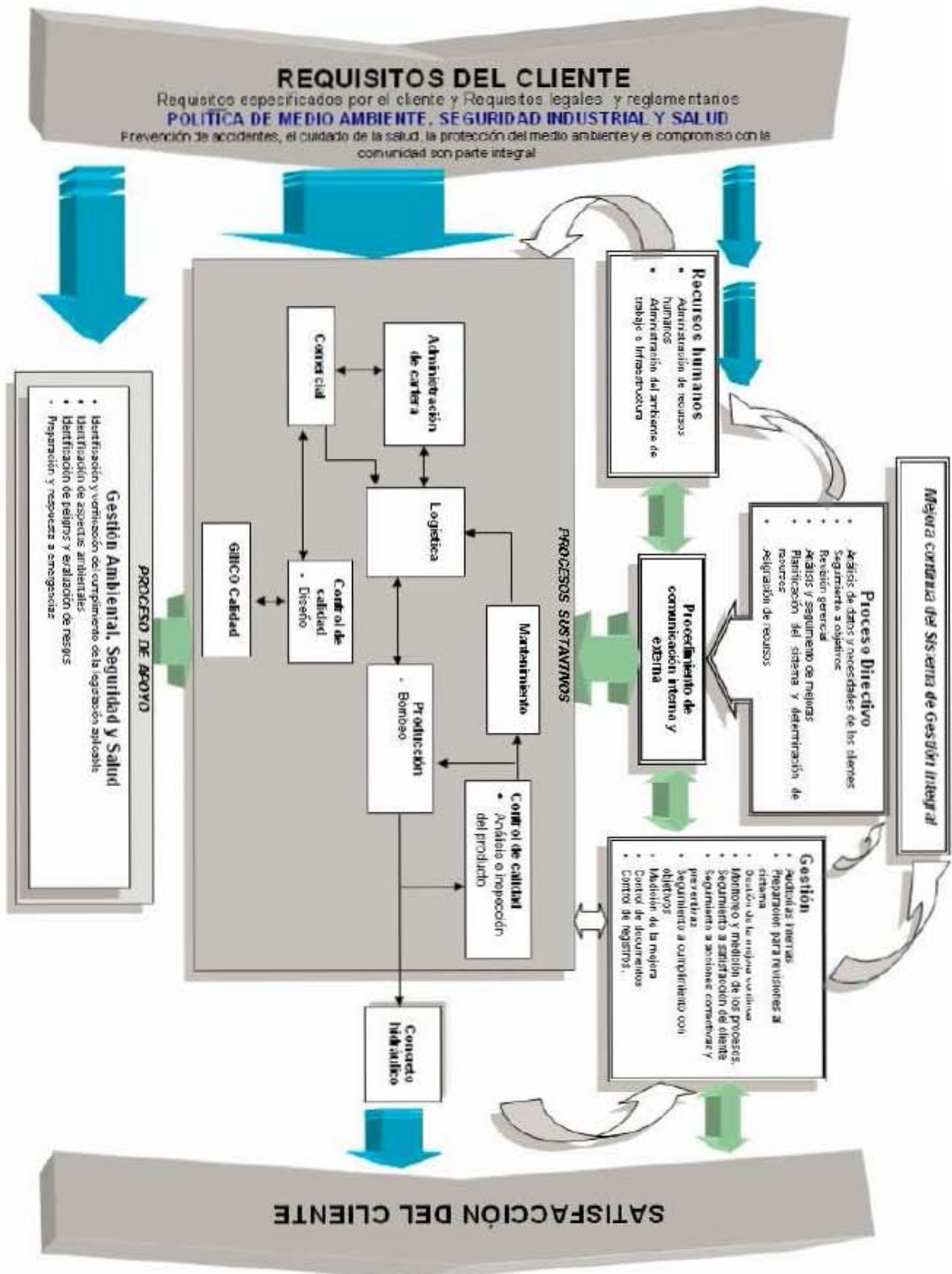
A partir del desarrollo de estas dos vertientes se demuestra que el producto final —concreto de línea de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ ” cumple con la normatividad internacional NMX-EC-17025-IMNC-2005, con los estándares establecidos por la norma mexicana NMX-C-155-ONNCCE-2004 y con los estándares de la propia empresa.

Por lo cual se cumple la hipótesis de la investigación que consiste en demostrar que con la aplicación del Sistema de Gestión de Calidad con base en la NMX-EC-17025-IMNC-2005 se reconoce la competencia del laboratorio de control de calidad para producir datos y resultados técnicamente válidos, y con ello la acreditación del Laboratorio de Control de Calidad conforme al alcance de sus actividades.

1. Ley Federal de Metrología y Normalización (LFMN).
2. Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
3. Lineamientos para la Integración, organización y coordinación de los comités de evaluación, dictados por la Secretaría de Economía (SE).
4. Norma mexicana NMX-EC-17011-IMNC-2005 [ISO/IEC 17011:2005], —Evaluación de la conformidad – Requisitos generales para los organismos de acreditación de organismos de evaluación de la conformidad”.
5. Norma mexicana NMX-EC-17025-IMNC-2006 [ISO/IEC 17025:2005], —Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración”.
6. Norma mexicana NMX-EC-17000-IMNC-2007 [ISO/IEC 17000:2005],”Evaluación de la conformidad – Vocabulario general y descripción funcional”.
7. Políticas de ema, aplicables al proceso de evaluación y acreditación de laboratorios de calibración y/o ensayo (Políticas de ensayo de aptitud, de trazabilidad y de incertidumbre entre otras).
8. Criterios de aplicación de la norma mexicana NMX-EC-17025-IMNC-2006 [ISO/IEC 17025:2005].
1. "La organización". (17 de 11 de 2006). Procedimiento Operativo. *Plan de Calidad*. CEMEX Concreto Sistema de Calidad / Control de Calidad.
2. "la organización". (03 de 09 de 2007). Sistema de gestión Integral. *Procedimiento Revisión por la Dirección Rev. 2*. Cemex Concretos / Sistema de Gestión Integral.
3. Empresa cementera. (06 de 08 de 2007). Manual de Calidad. *Manual de Calidad Laboratorio*. México: Cemex Concretos / Sistema de Calidad.
4. Entidad Mexicana de Acreditación, A.C. . (22 de 04 de 2015). *¿Qué es ema?* Obtenido de <http://www.ema.org.mx/portal/index.php/Ema/ema.html>
5. Entidad Mexicana de Acreditación, A.C. (EMA). (30 de 11 de 2012). Manual de Procedimientos. *Trazabilidad de las mediciones Política*. México.
6. Entidad Mexicana de Acreditación, A.C. (EMA). (15 de 04 de 2015). *Acreditación y sus beneficios*. Obtenido de <http://www.ema.org.mx/portal/index.php/Buscada/Orden-creciente.html?searchphrase=all&searchword=alcance%20de%20acreditac>
7. Entidad Mexicana de Acreditación, A.C. (EMA). (20 de 03 de 2015). *Manual de Procedimientos*. Obtenido de Evaluación y Acreditación de Laboratorios de Calibración y/o ensayo (Pruebas): http://200.57.73.228:75/pqtinformativo/GENERAL/Carpeta_1_Procedimientos_y_Politicas/MP-FP002_Evaluacion_acreditacion_LAB%2017025_3.pdf
8. Fuentes Zenón, A. (2010). *Enfoques de Planeación*. México: S.E.

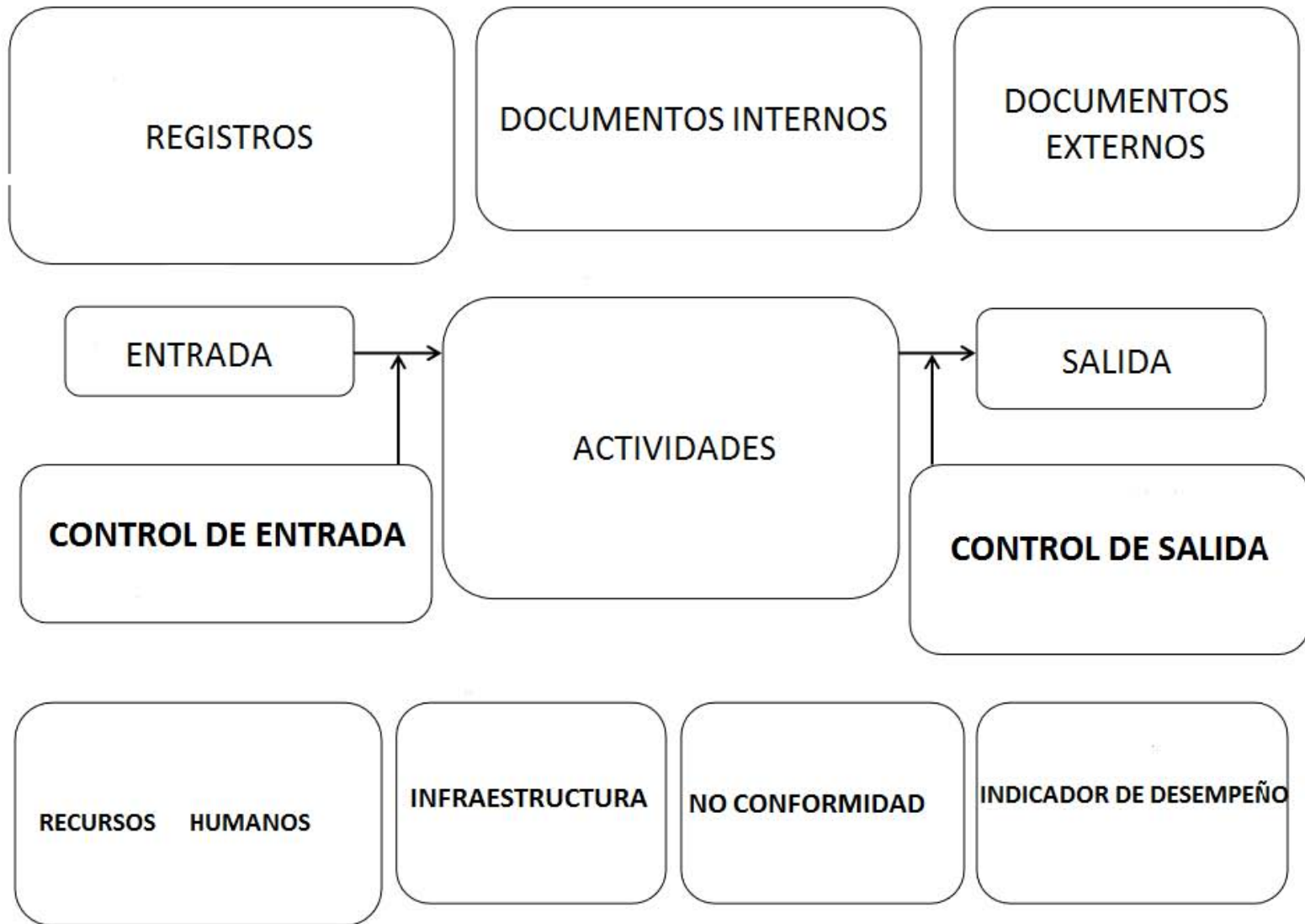
9. GRUPO INLAC S.C. (22 de 04 de 2015). *El Instituto de Formación, Evaluación y Desarrollo INLAC S.C.* Obtenido de <http://www.inlac.org/documentos-ISO-TC-176.html>
10. ilac Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios. (22 de 4 de 2015). *About ilac.* Obtenido de <http://ilac.org/about-ilac/>
11. Instituto Mexicana de Normalización y Certificación A.C. (2008). Norma Mexicana IMNC NMX-CC-9000-IMNC-2008. *Sistemas de gestión de la calidad - Fundamentos y vocabulario.* México: Instituto Mexicano de Normalización y Certificación A.C.
12. La empresa cementera. (17 de 11 de 2006). Procedimiento Operativo. *Plan de Calidad.* Sistema de Calidad.
13. La empresa cementera. (14 de 11 de 2006). Procedimiento Operativo. *Técnicas Estadísticas.* México.
14. La empresa cementera. (23 de 04 de 2007). Sistema de Gestión Integral. *Manual de Gestión Integral CMXDGMC-001.* México: Dirección General / Sistema de Gestión Integral / Cemex Concretos.
15. Münch, L. (2005 (reimp. 2011)). *Calidad y Mejora Continua.* México: trillas.
16. Norma Mexicana IMNC. (2008). Sistema de gestión de la calidad - Fundamentos y vocabulario. México: Instituto Mexicano de Normalización y Certificación A.C.
17. Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C. (1 de 03 de 2004). Norma Mexicana NMX-C-155-ONNCCE-2004. *Industria de la Construcción - Concreto Hidráulico Industrializado - Especificaciones.* México: ONNCCE, S.C. .

1. Macroproceso
2. Diagrama general del mapa de proceso.
3. Diagrama mapa de proceso de control de calidad
4. Revisión por la Dirección.
5. Declaración de Política de Calidad de Laboratorio
6. Seguimiento de objetivos Entrega de informe
7. Seguimiento de objetivo (Capacitación al personal - grafica) control de calidad.
8. Seguimiento a objetivo (Capacitación al personal) control de calidad.
9. Seguimiento a objetivo (Quejas por servicios de Laboratorio) control de calidad.
10. Formato de registro para la identificación de muestras de agregados.
11. Formato de registro para Resultados de Estudios de Arena.
12. Formato de registro para Resultados de Estudios de Grava.
13. Formato de Registro Pérdida por Lavado de Arena.
14. Formato de Registro Pérdida por Lavado de Grava.
15. Desviaciones a los métodos de prueba declarados por la empresa Cementera.
16. Formato de registro para el contenido de agua de los agregados.
17. Formato de Registro Control de Frecuencia de Muestreo.
18. Formato de registro Reporte de muestreo, programación y ensayo.
19. Estudio Desviación al Método de Prueba.
20. Formato de Registro Control de temperatura en la pileta y/o cuarto de curado, humedad relativa y temperatura ambiente.
21. Formato de Registro Bitácora de laboratorio.
22. Formato de Registro Inspección general a piletas y/o cuartos de curado.
23. Formato de Registro Gráfica de control de resistencia del mortero de azufre.
24. Formato de Registro Verificación del cabeceo de cilindros.
25. Formato de Registro Reporte de ensaye de resistencia a compresión.
26. Tabla de velocidad de aplicación de carga.
27. Diagrama de fallas de cilindros sometidos a compresión.
28. Formato de Registro Bitácora de máquina de ensaye.
29. Formato de Registro Análisis de resistencia por muestreo insuficiente.
30. Análisis estadístico para la determinación de incrementos o decrementos en el consumo de cemento.
31. Formato de Registro Informe de pruebas de concreto realizadas por el Laboratorio de Control de Calidad (f'c).



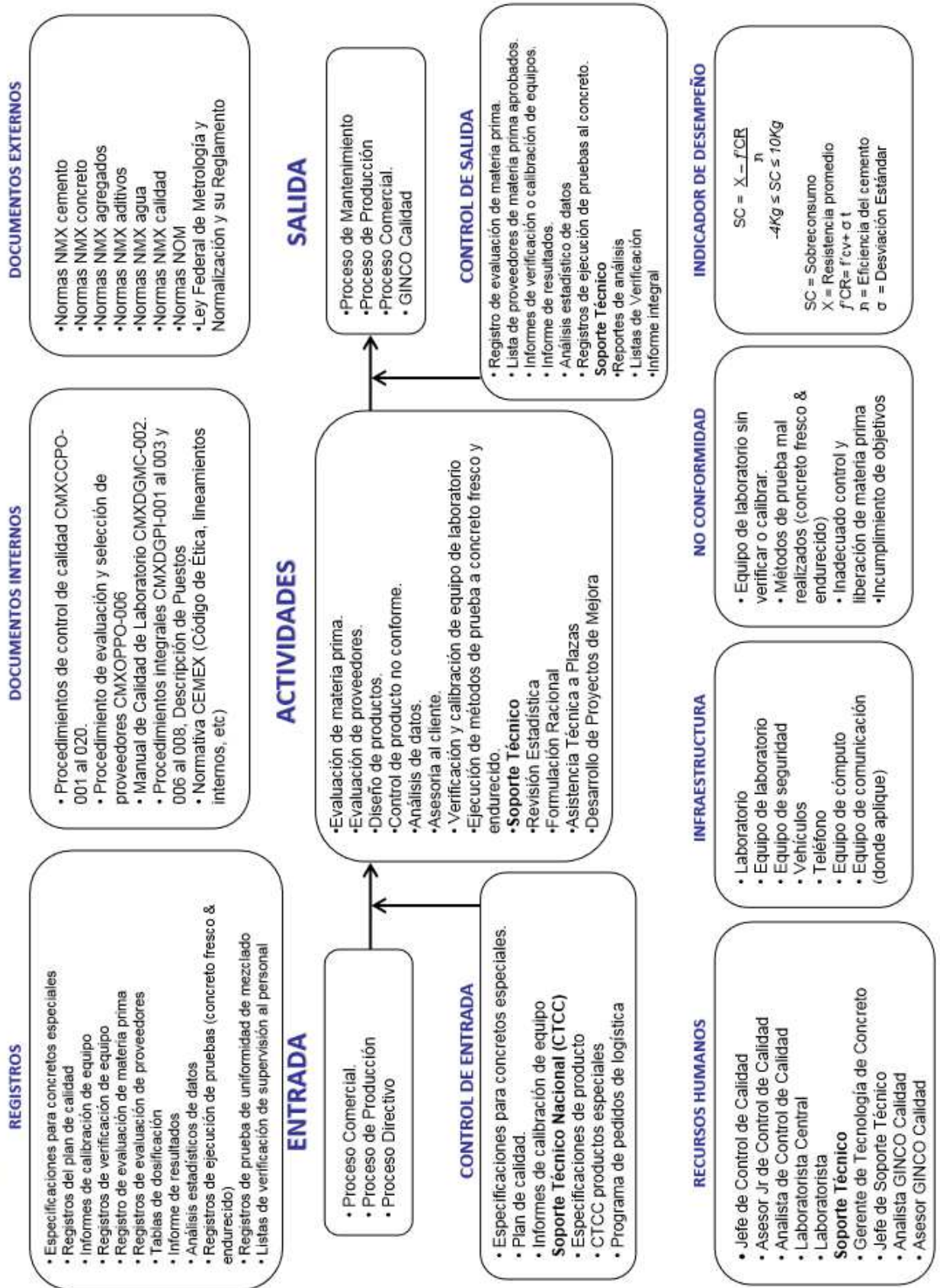
Anexo 1.- Diagrama de Macroproceso de "la organización".

OBJETIVO DEL PROCESO: PROPIETARIO



Anexo 2.- Diagrama general del mapa de proceso.

Objetivo: Diseño de productos de línea y especiales, determinación del cumplimiento del cumplimiento con las especificaciones de la materia prima y del producto fabricado.



Anexo 3.- Diagrama de mapa de proceso de control de calidad.

"la organización"	Anexo 4. INFORME DE REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO	Sistema de Gestión	Página 1 /11
		Clave de identificación única de formato de registro	

INFORME EJECUTIVO DE REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN

Objetivo: Verificar el desempeño del Sistema de Gestión de Calidad de Laboratorio a través del análisis de los siguientes elementos desarrollados por el Sistema.

Elementos del sistema:

- Adecuación de políticas y procedimientos,
- Informes del personal directivo y de supervisión,
- Informe de auditorías internas recientes relacionadas a los laboratorios,
- Acciones correctivas y preventivas,
- Evaluaciones por organismos externos (cuando aplique),
- Los resultados de comparaciones entre laboratorios o ensayos de aptitud,
- Cambios en el volumen y tipo de trabajo,
- Retroalimentación de los clientes,
- Registro de quejas,
- Actividades de control de calidad y recursos,
- Registros de capacitación y formación de personal, y
- Seguimiento a las recomendaciones de mejora.
- Revisión del cumplimiento de objetivos.
- Cumplimiento de requisitos legales y reglamentarios.
- Conclusiones

FECHA DEL INFORME:

Elaboró :

Fecha de elaboración :

"la organización"	Anexo 4. INFORME DE REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO	Sistema de Gestión	Página 2 /11
		Clave de identificación única de formato de registro	

Resultados de Auditorías.

Indicador:

No. de No conformidades /requerimiento.

Auditoría No.- Auditoría realizada el XX de XX 2006

Área	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	4.10	4.11	4.12	4.13	4.14	4.15	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	5.10	TOTAL
Control de Calidad																										

Observaciones:

Parámetros de grado de satisfacción de cliente (encuestas de satisfacción y/o retroalimentación del cliente).

PROCESO	PARÁMETRO DE LA ENCUESTA	RESULTADO	ACCIONES A TOMAR	FECHA COMPROMISO

Elaboró :

Fecha de elaboración :

"la organización"	Anexo 4. INFORME DE REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO	Sistema de Gestión	Página 3 /11
		Clave de identificación única de formato de registro	

Observaciones: _____

Indicadores de Desempeño de Objetivos:

Indicador: Medición de cada objetivo a través de su indicador particular.

Objetivo	Responsable del Objetivo.	Indicador de Calidad	Valor inicial	Valor Actual (Anotar fecha de medición)	Valor Objetivo	Acciones a tomar	Fecha compromiso del objetivo.

Observaciones: _____

Quejas:

Indicador:

Número de Quejas

Número de Quejas abiertas/ quejas

"la organización"	Anexo 4. INFORME DE REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO	Sistema de Gestión	Página 4 /11
		Clave de identificación única de formato de registro	

Queja	Causa	Fecha de Cierre	Estatus

No conformidades, Acciones Correctivas y Preventivas:

Indicador:

Acciones correctivas Cerradas/ fecha de cierre.

Acciones Preventivas/ fecha de cierre.

ÁREA	NC No.	Acción Correctiva No.	Fecha de Cierre	Estatus

ÁREA	Acción Preventiva No.	Fecha de Cierre	Estatus

Elaboró :

Fecha de elaboración :

"la organización"	Anexo 4. INFORME DE REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO	Sistema de Gestión	Página 5 /11
		Clave de identificación única de formato de registro	

Observaciones:

Compromisos de la Revisión por la Dirección anterior:

Informes del personal directivo y de supervisión:

Evaluaciones por organismos externos:

Cambio en el volumen y el tipo de trabajo:

Resultados de comparaciones interlaboratorios o ensayos de aptitud:

Elaboró :

Fecha de elaboración :

"la organización"	Anexo 4. INFORME DE REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO	Sistema de Gestión	Página 6 /11
		Clave de identificación única de formato de registro	

Actividades de control de calidad y recursos:

Registros de capacitación y formación de personal:

Recomendaciones para la mejora:

CONCLUSIONES:

- Adecuación de políticas y procedimientos.-

CRITERIO	VALOR
Los compromisos de las políticas y procedimientos se cumplen en su totalidad.	100%
Los compromisos de las políticas y procedimientos se cumplen parcialmente.	75%
Alguno de los compromisos de las políticas y procedimientos se cumple parcialmente.	50%
Por lo menos uno de los compromisos de las políticas y procedimientos no se cumple.	25%
Dos o más compromisos de las políticas y procedimientos no se están cumpliendo.	0%

Resultado del nivel de cumplimiento de la Políticas y procedimientos: _____

- Parámetros de Grado de Satisfacción de Cliente (Encuestas de Satisfacción y/o retroalimentación del cliente).-

CRITERIO	VALOR
Todos los parámetros de las encuestas de satisfacción indican que el cliente nos percibe de Buenos a Excelentes en el servicio.	100%
Todos los parámetros de las encuestas de satisfacción indican que el	75%

"la organización"	Anexo 4. INFORME DE REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO	Sistema de Gestión	Página 7 /11
		Clave de identificación única de formato de registro	

cliente nos percibe Buenos en el servicio.	
Uno de los parámetros de las encuestas de satisfacción indica que el cliente nos percibe Buenos en el servicio.	50%
Todos los parámetros de las encuestas de satisfacción indican que el cliente nos percibe regulares en el servicio.	25%
Todos los parámetros de las encuestas de satisfacción indican que el cliente nos percibe Malos en el Servicio.	0%

Resultado del nivel de cumplimiento del Grado de Satisfacción del Cliente: _____

- Indicadores de desempeño de objetivos.-

CRITERIO	VALOR
Todos los indicadores de desempeño de objetivos se cumplen en este momento según lo programado.	100%
Uno de los indicadores de desempeño de los objetivos se encuentra en el límite de cumplimiento.	75%
Más de uno de los indicadores de desempeño de los objetivos se encuentra en el límite de cumplimiento.	50%
Un indicador de desempeño de los objetivos no se cumplió en este periodo.	25%
Más de un indicador de desempeño de los objetivos no se cumplió en este periodo.	0%

Resultado del nivel de cumplimiento de los Objetivos de Calidad: _____

- Comparaciones interlaboratorios o de ensayos de aptitud.-

"la organización"	Anexo 4. INFORME DE REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO	Sistema de Gestión	Página 8 /11
		Clave de identificación única de formato de registro	

CRITERIO	VALOR
Todos los resultados fueron satisfactorios.	100%
Un resultado fuera de las tolerancias.	75%
Más de un resultado fuera de las tolerancias.	50%
Participación en interlaboratorios sin tener resultados.	25%
No participación en comparaciones.	0%

Resultado del nivel de cumplimiento del indicador de comparaciones interlaboratorios o ensayos de aptitud: _____

- **Resultados de auditorías.-**

CRITERIO	VALOR
El programa de auditoría se cumplió satisfactoriamente y los objetivos de las auditorías fueron cubiertos.	100%
El programa de auditorías se cumplió pero los objetivos de la auditoría no se cubrieron en su totalidad.	75%
Un plan de auditorías no se cubrió, faltando un área o proceso a auditar, incumpliendo los objetivos de las auditorías.	50%
Un plan de auditorías, no se cubrió, faltando más de un área o proceso a auditar.	25%
El programa de auditorías no se está siguiendo.	0%

"la organización"	Anexo 4. INFORME DE REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO	Sistema de Gestión	Página 9 /11
		Clave de identificación única de formato de registro	

Resultado del nivel de cumplimiento de auditorías: _____

- **Quejas.-**

CRITERIO	VALOR
Todas las quejas están cerradas o su estatus según programa.	100%
El 75 % de las quejas están cerradas o estatus según programa.	75%
El 50 % de las quejas están cerradas o estatus según programa.	50%
El 25 % de las quejas están cerradas o estatus según programa.	25%
Ninguna queja está cerradas o estatus según programa	0%

Resultado del nivel de cumplimiento de Quejas: _____

- **Estatus de acciones correctivas.-**

CRITERIO	VALOR
Todas las acciones correctivas están cerradas o su estatus según programa.	100%
El 75 % de las acciones correctivas están cerradas o estatus según programa.	75%
El 50 % de las acciones correctivas están cerradas o estatus según programa.	50%
El 25 % de las acciones correctivas están cerradas o estatus según programa.	25%

"la organización"	Anexo 4. INFORME DE REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO	Sistema de Gestión	Página 10 /11
		Clave de identificación única de formato de registro	

Ninguna acción correctivas están cerradas o estatus según programa	0%
---	-----------

Resultado del nivel de cumplimiento de Acciones correctivas: _____

- Estatus de Acciones preventivas.-

CRITERIO	VALOR
Todas las acciones preventivas están cerradas o su estatus según programa.	100%
El 75 % de las acciones preventivas están cerradas o estatus según programa.	75%
El 50 % de las acciones preventivas están cerradas o estatus según programa.	50%
El 25 % de las acciones preventivas están cerradas o estatus según programa.	25%
Ninguna acción preventivas están cerradas o estatus según programa	0%

Resultado del nivel de cumplimiento de Acciones preventivas: _____

TABLA DE EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

ELEMENTO	RESULTADO
A.- Políticas y procedimientos	
B.- Grado de Satisfacción del Cliente	
C.- Objetivos	
D.- Resultado de comparaciones interlaboratorios	
E.- Auditorías	
F.- Quejas	
G.- Acciones correctivas	

"la organización"	Anexo 4. INFORME DE REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN DE LABORATORIO	Sistema de Gestión	Página 11 /11
		Clave de identificación única de formato de registro	

H.- Acciones preventivas	
I.- Cumplimiento legal	

Índice de Cumplimiento del Sistema de Gestión de Calidad: $\frac{A + B + C + D + E + F + G + H + I}{9} = \text{_____} \%$

- a) La mejora de la eficacia del sistema de gestión de la calidad;
- b) La mejora del servicio de pruebas en relación con los requisitos del cliente,
- c) Estado del cumplimiento legal y reglamentario (% de cumplimiento)
- d) Las necesidades de recursos.

ANEXO 5

DECLARACIÓN DE POLÍTICA DE CALIDAD DE LABORATORIO

SEÑORES:

POR MEDIO DE LA PRESENTE, COMO GERENTE DE LA PLANTA Y RESPONSABLE GENERAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL LABORATORIO, EMITO EL PRÓPOSITO DEL SISTEMA, ASÍ COMO LA POLÍTICA DE CALIDAD;

“SATISFACER A NUESTROS CLIENTES CUMPLIENDO O SUPERANDO SUS EXPECTATIVAS, VALIENDONOS DE LA CAPACITACION DEL PERSONAL Y LA MEJORA CONTINUA DE NUESTROS SERVICIOS, PRODUCTOS Y PROCESOS.”

ACREDITANDO NUESTRO SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD EN LA NORMA NMX-EC-17025-IMNC-2006

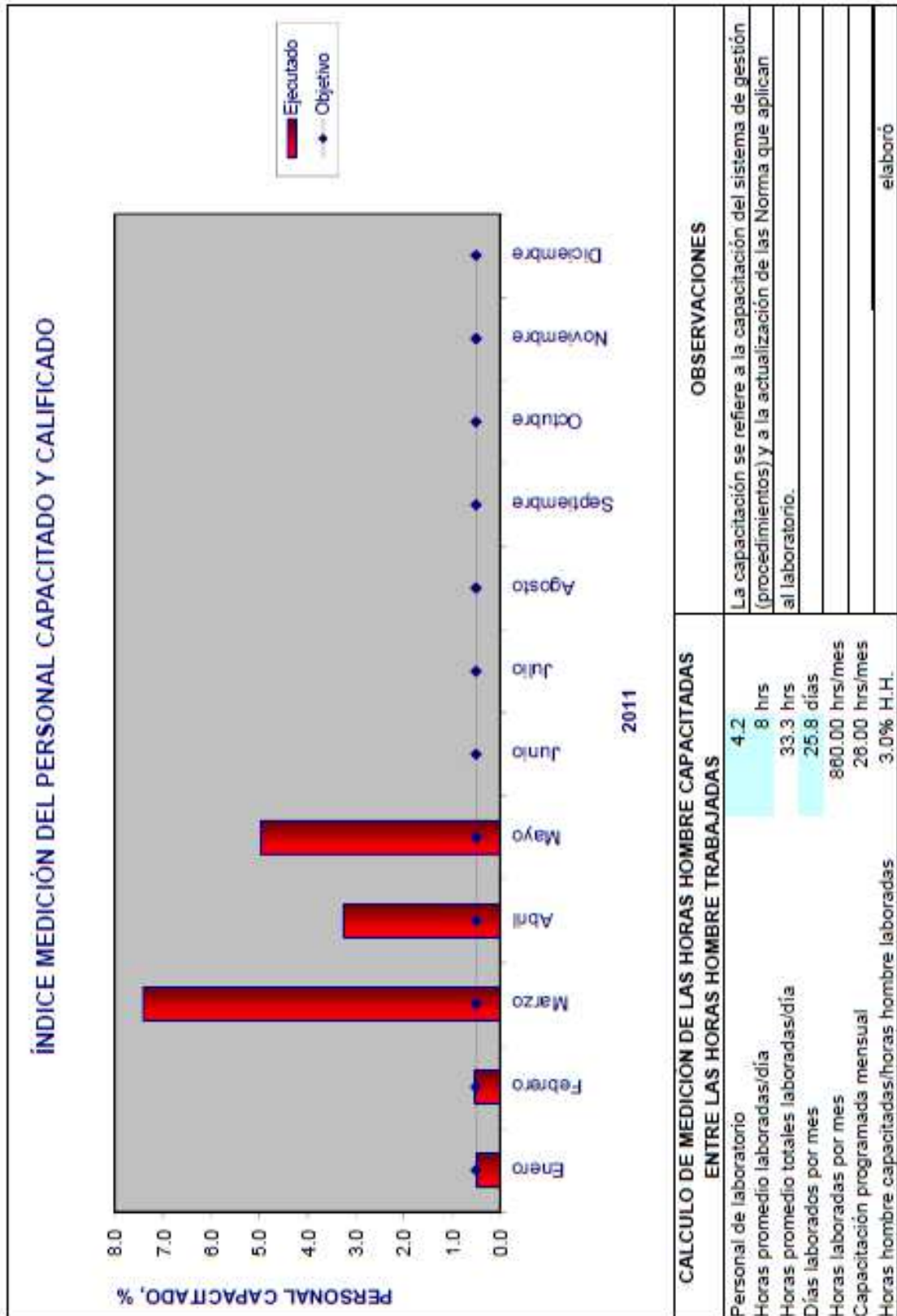
PARA DAR CUMPLIMIENTO AL REQUISITO DE LA NORMA EN SERVICIO Y LLEVANDO A CABO DE TAL MANERA, NUESTROS SERVICIOS INTERNOS COMO LABORATORIO DE ENSAYOS AL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO, EN LA RAMA DE LA CONSTRUCCION.

ES COMPROMISO DE QUIENES INTEGRAMOS EL LABORATORIO REALIZAR NUESTRO TRABAJO ACORDE A LA BUENA PRÁCTICA PROFESIONAL Y CON LA CALIDAD DE ENSAYOS DURANTE TODO NUESTRO SERVICIO HACIA NUESTROS CLIENTES.

ADEMÁS DE LOS REQUISITOS DE NUESTROS CLIENTES DEBEMOS SATISFACER LOS REQUISITOS LEGALES Y REGLAMENTARIOS APLICABLES.

Fecha: _____

ATENTAMENTE
NOMBRE Y FIRMA
GERENTE DE PLAZA
NOMBRE DE UNIDAD DE NEGOCIO



Anexo 7.- Seguimiento de objetivo (Capacitación al personal - grafica) control de calidad.

CAPACITACIÓN DE PERSONAL

MES	H.H TEÓRICO	H.H REAL
Enero	0.50	0.5
Febrero	0.50	0.5
Marzo	0.50	7.4
Abril	0.50	3.2
Mayo	0.50	5.0
Junio	0.50	#DIV/0!
Julio	0.50	#DIV/0!
Agosto	0.50	#DIV/0!
Septiembre	0.50	#DIV/0!
Octubre	0.50	#DIV/0!
Noviembre	0.50	#DIV/0!
Diciembre	0.50	#DIV/0!

DATOS GENERALES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL ANUAL
	Personal de laboratorio	4	4	4	4	3	4	4	5	5	5	4	4
Horas promedio laboradas/día	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Horas promedio totales laboradas/día	32	32	32	32	24	32	32	40	40	40	32	32	32
Días laborados por mes	28	24	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Horas laboradas por mes	832	789	864	832	624	896	896	1120	1120	1120	896	896	896
Capacitación programada/ (real) mensual	4	4	64	27	31	31	31	31	31	31	31	31	31
Horas hombre capacitadas/horas hombre laboradas	0.5%	0.5%	7.4%	3.2%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%
TOTAL ANUAL													36.3%

Anexo 8.- Seguimiento a objetivo (Capacitación al personal) control de calidad.

Anexo 10 Control de Calidad

Formato de registro para la identificación de muestras de agregados.

Fecha de muestreo: _____	Fecha de recepción: _____	Muestreado por: _____
Mina de procedencia: _____	Ubicación: _____	Planta de procedencia: _____
Identificación de la muestra: ¹ _____ Cantidad de Material enviado _____		

Tipo de Agregado						
Arena <input type="checkbox"/>	Grava <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	13 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	T.M.A. 40 <input type="checkbox"/>	Otro _____
Andesita <input type="checkbox"/>	Andesita <input type="checkbox"/>					
Caliza <input type="checkbox"/>	Caliza <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	8 <input type="checkbox"/>		Otro _____
De rio <input type="checkbox"/>	De rio <input type="checkbox"/>					
Marmol <input type="checkbox"/>	Marmol <input type="checkbox"/>	² Uso que se dará al agregado _____				
Tezontle <input type="checkbox"/>	Tezontle <input type="checkbox"/>					
Otro _____	Otro _____					

Pruebas a realizar			
Masa volumétrica: <input type="checkbox"/>	Absorción: <input type="checkbox"/>	Granulometría: <input type="checkbox"/>	Otros: _____
Masa específica: <input type="checkbox"/>	Pérdida por lavado: <input type="checkbox"/>	Coficiente volumétrico: <input type="checkbox"/>	_____

Croquis de localización del banco

Observaciones

¹ Formtato para identificación de la muestra
² Tipo de estructura a usarse (pavimento, losa,

DÍA	MES	AÑO	TIPO AGREGADO	NÚMERO CONSECUTIVO
XX	XX	XXXX	A= arena	XX
			G= grava	

Ejemplo: Grava del día 12 de Mayo del 2006, tercera muestra del día = 12052006G03

Entrega:

Recibe:

Firma

Firma

Anexo 13

CONTROL DE CALIDAD

Pérdida por Lavado de Arena

NMX C - 084 - ONNCCE - VIGENTE

"Industria de la Construcción – Agregados para Concreto – Partículas mas Finas que la Criba F 0.075 (No. 200) por Medio de Lavado – Método de Prueba”.

Fecha:		Clave:	
Tipo de Material:	Arena	Consecutivo:	
Nombre del Banco:		Envió:	
Origen del Material:		Ensayó:	
Litología del material:			
Masa Seca Antes del Lavado			
Masa Seca Después del Lavado	M_{SL}		
	% PL		

Nota: Se utilizan las mallas 16 y 200 para la separación de finos

Valor máximo permitido de pérdida por la norma: 5%

Anexo 14

CONTROL DE CALIDAD

Pérdida por Lavado de Grava

NMX C - 084 - ONNCCE - VIGENTE

"Industria de la Construcción – Agregados para Concreto – Partículas mas Finas que la Criba F 0.075 (No. 200) por Medio de Lavado – Método de Prueba”.

Fecha:		Clave:	
Tipo de Material:	Grava	Consecutivo:	
Nombre del Banco:		Envió:	
Origen del Material:		Ensayó:	
Litología del material:			
Masa Seca Antes del Lavado			
Masa Seca Después del Lavado	M_{SL}		
	% PL		

Nota: Se utilizan las mallas 16 y 200 para la separación de finos

Valor máximo permitido de pérdida por la norma: 2%

ANEXO 15
DESVIACIONES A LOS MÉTODOS DE PRUEBA DECLARADOS POR
“LA ORGANIZACIÓN”

LABORATORIO PLANTA:

Fecha: _____

El Sistema de Gestión de Laboratorio está basado en las Normas Mexicanas vigentes, por cuestiones operativas se han realizado desviaciones en algunas de las Normas, las cuales se mencionan a continuación:

NORMA	REFERENCIA EN NORMA	DESVIACIÓN A LA NORMA
<p>NMX-C-161-1997-ONNCCE</p> <p>“Muestreo”</p>	<p>3.3 “Muestreo de la olla de camión mezclador o agitador”</p> <p>“La muestra se toma en tres o más intervalos, interceptando todo el flujo de la descarga, teniendo la precaución de no tomarla antes del 15 % ni después del 85 % de la misma”.</p>	<p>“Procedimiento para concreto fresco”</p> <p>Documento: CMXCCPO-001</p> <p>APLICACIÓN: “Se presenta una desviación cuando el muestreo se realiza en la planta productora de concreto, debido a que el realizar el muestreo, como lo indica la Norma, significa desperdiciar el 15 % del volumen de la producción”.</p>

* Se incluyen en este Anexo las justificaciones técnicas y estadísticas de las desviaciones mencionadas.

 Firma
 Gerente de Plaza

Anexo 17
Control de Calidad



REPORTE DE CONTROL DE FRECUENCIA DE MUESTREO

Laboratorio de planta: _____

Mes / año de informe: _____

DÍA	TURNO	TIPO DE CONCRETO / RESISTENCIA												Muestras totales por día	m ³ por día	Frecuencia por día	Muestreo acumulado	m ³ acumulados	Frecuencia acumulada
		C	CONVENCIONALES			E	ESTRUCTURALES			P	PAVIMENTOS								
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			
31																			

Producción Total en el Mes:	÷	No. de Muestras:	=	m³ / Muestra

OBSERVACIONES:  Muestras elaboradas por personal en capacitación  Día inhábil

Laboratorista	Jefe de Planta	Asesor Jr. y/o Analista de Control de Calidad
_____ Nombre y firma	_____ Nombre y firma	_____ Firma

Frecuencia de Muestreo	
Conforme	No Conforme
Rango del Volumen del Concreto Producido (m3/mes)	Frecuencia de Muestreo Mínimo
De 1 - 1000 m ³	Frecuencia @ 45 m ³
De 1001 - 3000 m ³	Frecuencia @ 70 m ³
De 3001 - 5000 m ³	Frecuencia @ 80 m ³
más de 5000 m ³	Frecuencia @ 100 m ³

Anexo 18
Control de Calidad

Reporte de muestreo, programación y ensayo.

Planta:

Fecha: _____ Nombre del Cliente: _____ No. Muestra: _____
 Hora: _____ Dirección Obra: _____ Remisión: _____

Datos del Concreto

Código del Concreto: _____ Norma - Resistencia - T.M.A. - Origen - Edad - Rev. - Bomba - Cemento - Variante Nombre de la variante: _____
 Fecha Ensayo Edad Temprana: _____
 M. U. T.: _____ kg/m³ Consumo de cemento Teórico: _____ kg/m³ Vol. Teórico: _____ m³ Fecha Ensayo Edad Garantía: _____

Datos de la Carga				
Material	Procedencia	Masas Teóricas	Masas Reales	% Dif. / m3.
Cemento:		kg	kg	%
Agua:		kg	kg	%
Grava 1:		kg	kg	%
Grava 2:		kg	kg	%
Arena 1:		kg	kg	%
Arena 2:		kg	kg	%
Aditivo 1:		L	L	%
Aditivo 2:		L	L	%
Aditivo 3:		L	L	%
Adición 1:		kg	kg	%
Adición 2:		kg	kg	%
Adición 3:		kg	kg	%

Rendimiento y Masa Unitaria	
(1) Masa total de materiales	kg
(2) Masa cubeta con concreto	kg
(3) Tara cubeta	kg
(4) Masa del concreto (2-3)	kg
(5) Factor de la cubeta	1/m ³
(6) Masa Unitaria (4 x 5)	kg/m ³
(7) Rendimiento (1 + 6)	m ³
(8) Rend. en % (7 ÷ vol.teór.) x 100	%
(9) Rend. Teórico de la carga:	%
Relación G/A: _____ Rev / Flujo Rev.: _____	cm
Ajuste G/A - GINCO: _____ Cont. Aire: _____	%
Aspecto del producto: _____ Temp. concreto: _____	°C
Retrabajo: _____ Temp. ambiente: _____	°C

Contenido de agua (humedad) utilizado	
Grava 1: _____ %	Arena 1: _____ %
Grava 2: _____ %	Arena 2: _____ %

ESTADO DE INSPECCIÓN	
Conforme	Rechazado

Identificación de equipo

Cubeta Masa unitaria: _____ Bascula: _____
 Placa Enrasadora: _____ Cinta / Regla : _____
 Varilla de Compactación: _____ Mazo de Hule: _____
 Cono Revenimiento: _____ Term. de Vastago: _____
 Placa Revenimiento: _____ Term. Max y Min: _____

A.R.L. Concreto en estado fresco

Nombre y Firma _____

Observaciones (Uso) _____

Programación de muestras y ensayo																	
No. de Molde	Edad de Ensaye	No. Espécimen	Diámetro 1 (cm)	Diámetro 2 (cm)	Diámetro Prom. (cm)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura Prom. (cm)	Área (cm ²)	Peso del espécimen (kg)	Fuerza (kgf)	Esfuerzo (kgf/cm ²)	Esfuerzo (kPa)	Tipo de Falla	Esf. Prom (kgf/cm ²)	Esf. Prom (%)	Captura (Rúbrica)

Datos del módulo de ruptura																					
No. Molde	Edad de Ensaye	No. Espécimen	Ancho 1 (cm)	Ancho 2 (cm)	Ancho prom (cm)	Peralte 1 (cm)	Peralte 2 (cm)	Peralte 3 (cm)	Peralte Prom (cm)	Superficie de contacto	Fuerza (kgf)	Localización de falla (cm)				Ubicación Falla	Esfuerzo (kgf/cm ²)	Esfuerzo (kPa)	Esfuerzo Prom (%)	Captura (Rúbrica)	
												A1	C	A2	Prom						

<p>Falla en tercio medio</p> <p>P = Carga máxima L = Distancia entre apoyos b = Ancho promedio d = Peralte promedio</p> $R = \frac{P \times L}{b \times d^2}$	<p>Falla fuera del tercio medio</p> <p>P = Carga máxima b = Ancho promedio d = Peralte promedio a = La distancia promedio entre la línea de y el apoyo más cercano en la superficie de la viga</p> $R = \frac{3 \times P \times a}{b \times d^2}$	<p>Superficie de contacto: 0 = Superficie lijada; 1 = Tiras de Cuero</p> <p>Condiciones de curado y humedad de los especímenes prismáticos:</p> <p>Distancia entre apoyos (cm):</p> <p align="right">Realizó ensayo:</p> <p align="right">Nombre y Firma _____</p>
<p>Tipo de falla para ensaye a compresión.</p>		<p>Localización Línea de Falla: A1.- Lectura arista superior de falla C = Lectura al centro de falla A2 = Lectura arista inferior de falla</p> <p>Ubicación de falla: 0 = En el tercio medio 1 = Fuera del tercio medio</p>

Referencias - NMX-C-162-ONNCE-2010, NMX-C-161-1997-ONNCE, NMX-C-160-ONNCE-2004, NMX-C-156-ONNCE-2010, NMX-C-109-ONNCE-2010, NMX-C-083-ONNCE-2002, NMX-C-191-ONNCE-2004 y NMX-C-435-ONNCE-2010
 1 kgf = 0,009806 kN; 1 kN = 101,971 kgf; 1 Mpa = 10,2 kgf/cm²; M.U.T. = Masa unitaria teórica; A.R.L. = Autoridad Responsable de Liberación; GQW = GINCO QUALITY WEB

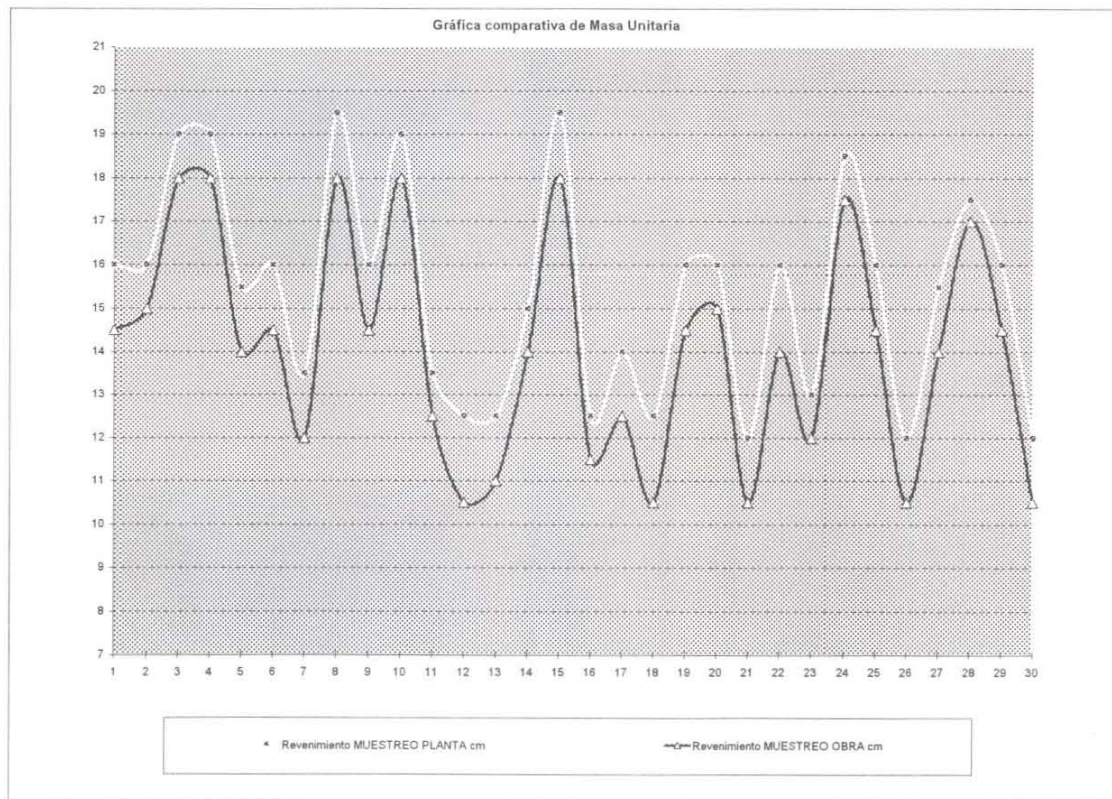


CEMEX CONCRETOS S.A. DE C.V.
CONTROL DE CALIDAD

PLANTA TOLUCA
 Tel. 01 (7222) 2 15-43-05 y 2 15-04-62
 Tel. Fax (722) 2150462

Estudio comparativo de Revenimiento PLANTA vs OBRA, Octubre a Noviembre 2005

Fecha de Muestreo	Número de Remisión	Número de Muestra	Revenimiento	Revenimiento
			MUESTREO PLANTA cm	MUESTREO OBRA cm
24-Oct-05	18759938	904	16.0	14.5
24-Oct-05	18759943	905	16.0	15.0
24-Oct-05	18759945	906	19.0	18.0
25-Oct-05	18759966	907	19.0	18.0
27-Oct-05	18760108	916	15.5	14.0
27-Oct-05	18760114	917	16.0	14.5
27-Oct-05	18760125	918	13.5	12.0
27-Oct-05	18760132	919	19.5	18.0
28-Oct-05	18760180	920	16.0	14.5
31-Oct-05	18760305	928	19.0	18.0
31-Oct-05	18760319	930	13.5	12.5
01-Nov-05	18760360	931	12.5	10.5
01-Nov-05	18760367	932	12.5	11.0
01-Nov-05	18760379	933	15.0	14.0
01-Nov-05	18760406	934	19.5	18.0
04-Nov-05	18760464	939	12.5	11.5
04-Nov-05	18760484	941	14.0	12.5
04-Nov-05	18760496	943	12.5	10.5
05-Nov-05	18760532	944	16.0	14.5
05-Nov-05	18760538	945	16.0	15.0
07-Nov-05	18760567	946	12.0	10.5
07-Nov-05	18760593	949	16.0	14.0
08-Nov-05	18760628	950	13.0	12.0
08-Nov-05	18760643	952	18.5	17.5
09-Nov-05	18760682	953	16.0	14.5
09-Nov-05	18760693	955	12.0	10.5
10-Nov-05	18760732	956	15.5	14.0
10-Nov-05	18760751	958	17.5	17.0
11-Nov-05	18760798	960	16.0	14.5
11-Nov-05	18760807	962	12.0	10.5
PROMEDIO			15.40	14.05



Elaboró: Ing. Omar Eduardo Aguirre Vallejos
 Analista de Control de Calidad.

Autorizó: Arq. Alejandro Ribera Contreras.
 Jefe de Control de Calidad.



**CEMEX CONCRETOS S.A. DE C.V.
CONTROL DE CALIDAD**

PLANTA TOLUCA
Tel. 01 (7222) 2 15-43-05 y 2 15-04-62
Tel. Fax (722) 2150462

Estudio comparativo de Revenimiento PLANTA vs OBRA, Octubre a Noviembre 2005

El estudio que se realiza es con el propósito de hacer una comparativa de los muestreos efectuados en Planta con los muestreos efectuados en Obra, con el objetivo de seguir realizando los muestreos en Planta y validar técnicamente la desviación que se tiene a la NMX-C-161-1997-ONNCCE "Industria de la Construcción -Concreto Fresco-muestreo-".


Se realizaron 30 muestreos en Obra y en Planta, correspondiente a la misma revolvedora.


El muestreo en Planta se realizó despuntando aproximadamente 10 litros de concreto

El muestreos en Obra se realizó interceptando el flujo del vaciado del concreto del camión revolvedor siendo éste entre el 15 y 85% de la carga.

REVENIMIENTO

Promedio de Revenimientos obtenidos del muestreo realizado en Planta-----	15.40 cm
Promedio de Revenimientos obtenidos del muestreo realizado en Obra-----	14.05 cm
Caída de Revenimiento-----	1.35 cm


Elaboró: Omar Eduardo Aguirre Vallejos.
Analista de Control de Calidad.


Autorizó: Arg. Alejandro Ribera Contreras.
Jefe de Control de Calidad.



**CEMEX CONCRETOS S.A. DE C.V.
CONTROL DE CALIDAD**

PLANTA TOLUCA
Tel. 01 (7222) 2 15-43-05 y 2 15-04-62
Tel. Fax (722) 2150462

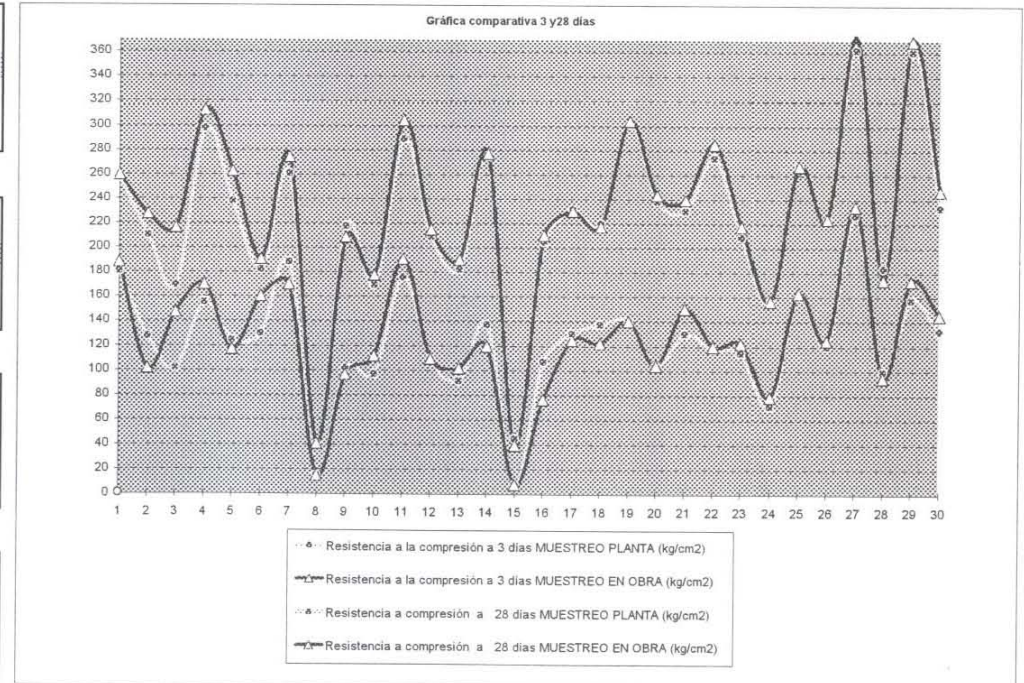
Estudio comparativo de la Resistencia a la Compresión PLANTA vs OBRA, Octubre 2005-Noviembre 2005

VALORES ESTADÍSTICOS DEL COMPORTAMIENTO RESISTENCIA OBTENIDA A LA EDAD DE 3 DIAS, EN kg/cm ²	
Muestreo en Planta a 3 días	
No. de valores:	30
Promedio f'c:	123.08 kg/cm ²

VALORES ESTADÍSTICOS DEL COMPORTAMIENTO RESISTENCIA OBTENIDA A LA EDAD DE 3 DIAS, EN kg/cm ²	
Muestreo en Obra a 3 días	
No. de valores:	30
Promedio f'c:	126.14 kg/cm ²

VALORES ESTADÍSTICOS DEL COMPORTAMIENTO RESISTENCIA OBTENIDA A LA EDAD DE 28 DIAS, EN kg/cm ²	
Muestreo en Planta a 28 días	
No. de valores:	30
Promedio f'c:	224.51 kg/cm ²

VALORES ESTADÍSTICOS DEL COMPORTAMIENTO RESISTENCIA OBTENIDA A LA EDAD DE 28 DIAS, EN kg/cm ²	
Muestreo en Obra a 28 días	
No. de valores:	30
Promedio f'c:	232.00 kg/cm ²





CEMEX CONCRETOS S.A. DE C.V.
CONTROL DE CALIDAD

PLANTA TOLUCA
Tel. 01 (7222) 2 15-43-05 y 2 15-04-62
Tel. Fax (722) 2150462

Estudio comparativo de la Resistencia a la Compresión PLANTA vs OBRA, Octubre 2005-Noviembre 2005

Fecha de Muestreo	Número de Remisión	Número de Muestra	Resistencia a la compresión a 3 días			Resistencia a la compresión a 3 días			Resistencia a compresión a 28 días								Resistencia a compresión a 28 días							
			MUESTREO PLANTA			MUESTREO EN OBRA			MUESTREO PLANTA								MUESTREO EN OBRA							
			(kg/cm ²)			(kg/cm ²)			(kg/cm ²)								(kg/cm ²)							
			área (cm2)	Carga (kg)	Esf. (kg/cm2)	área (cm2)	Carga (kg)	Esf. (kg/cm2)	área 1 (cm2)	Carga 1 (kg)	Esf. 1 (kg/cm2)	área 2 (cm2)	Carga 2 (kg)	Esf. 2 (kg/cm2)	Esf. prom. (kg/cm2)	área 1 (cm2)	Carga 1 (kg)	Esf. 1 (kg/cm2)	área 2 (cm2)	Carga 2 (kg)	Esf. 2 (kg/cm2)	Esf. prom. (kg/cm2)		
24-Oct-05	18759938	904	78.5	14200	181	78.5	14800	188	78.5	20000	255	78.5	20400	260	257	78.5	20200	257	78.5	20600	262	260		
24-Oct-05	18759943	905	78.5	10000	127	78.5	8000	102	78.5	16200	206	78.5	16800	214	210	78.5	17600	224	78.5	18200	232	228		
24-Oct-05	18759945	906	78.5	8000	102	78.5	11600	148	78.5	13200	168	78.5	13400	171	169	78.5	17200	219	78.5	16800	214	216		
25-Oct-05	18759966	907	78.5	12200	155	78.5	13400	171	78.5	23800	303	78.5	23000	293	298	78.5	24800	316	78.5	24400	311	313		
27-Oct-05	18760108	916	78.5	9800	125	78.5	9200	117	78.5	18800	239	78.5	18600	237	238	78.5	20500	261	78.5	20800	265	263		
27-Oct-05	18760114	917	78.5	10200	130	78.5	12600	160	78.5	14200	181	78.5	14400	183	182	78.5	14800	188	78.5	15200	194	191		
27-Oct-05	18760125	918	78.5	14800	188	78.5	13400	171	78.5	20400	260	78.5	20600	262	261	78.5	22000	280	78.5	21100	269	274		
27-Oct-05	18760132	919	78.5	1200	15	78.5	1200	15	78.5	3200	41	78.5	3000	38	39	78.5	3000	38	78.5	3400	43	41		
28-Oct-05	18760180	920	78.5	8000	102	78.5	7600	97	78.5	17200	219	78.5	17000	216	218	78.5	16200	206	78.5	16600	211	209		
31-Oct-05	18760305	928	78.5	7600	97	78.5	8800	112	78.5	13400	171	78.5	13200	168	169	78.5	14100	180	78.5	13800	176	178		
31-Oct-05	18760319	930	78.5	13800	176	78.5	15000	191	78.5	23000	293	78.5	22400	285	289	78.5	24100	307	78.5	23800	303	305		
01-Nov-05	18760360	931	78.5	8600	109	78.5	8600	109	78.5	16200	206	78.5	16600	211	209	78.5	16800	214	78.5	17000	216	215		
01-Nov-05	18760367	932	78.5	7200	92	78.5	8000	102	78.5	14200	181	78.5	14400	183	182	78.5	14800	188	78.5	15100	192	190		
01-Nov-05	18760379	933	78.5	10800	138	78.5	9400	120	78.5	21400	272	78.5	21800	278	275	78.5	21600	275	78.5	22000	280	278		
01-Nov-05	18760406	934	78.5	600	8	78.5	600	8	78.5	3400	43	78.5	3600	46	45	78.5	3200	41	78.5	3000	38	39		
04-Nov-05	18760464	939	78.5	8400	107	78.5	6000	76	78.5	16200	206	78.5	16000	204	205	78.5	16800	214	78.5	16200	206	210		
04-Nov-05	18760484	941	78.5	10200	130	78.5	9800	125	78.5	18400	234	78.5	18000	229	232	78.5	18000	229	78.5	18200	232	230		
04-Nov-05	18760496	943	78.5	10800	138	78.5	9600	122	78.5	17600	224	78.5	17000	216	220	78.5	17200	219	78.5	17000	216	218		
05-Nov-05	18760532	944	78.5	11000	140	78.5	11000	140	78.5	23600	300	78.5	23800	303	302	78.5	24000	306	78.5	23800	303	304		
05-Nov-05	18760538	945	78.5	8200	104	78.5	8200	104	78.5	18600	237	78.5	18800	239	238	78.5	19200	244	78.5	19000	242	243		
07-Nov-05	18760567	946	78.5	10200	130	78.5	11800	150	78.5	18200	232	78.5	18000	229	230	78.5	19200	244	78.5	18400	234	239		
07-Nov-05	18760593	949	78.5	9200	117	78.5	9400	120	78.5	21400	272	78.5	21600	275	274	78.5	22600	288	78.5	22200	283	285		
08-Nov-05	18760628	950	78.5	9000	115	78.5	9600	122	78.5	16800	214	78.5	16000	204	209	78.5	17400	222	78.5	16800	214	218		
08-Nov-05	18760643	952	78.5	5600	71	78.5	6200	79	78.5	12200	155	78.5	12200	155	155	78.5	12000	153	78.5	12600	160	157		
09-Nov-05	18760682	953	78.5	12600	160	78.5	12800	163	78.5	20200	257	78.5	21800	278	267	78.5	20800	265	78.5	21200	270	267		
09-Nov-05	18760693	955	78.5	9400	120	78.5	9800	125	78.5	17400	222	78.5	17600	224	223	78.5	17200	219	78.5	18000	229	224		
10-Nov-05	18760732	956	78.5	17800	227	78.5	18400	234	78.5	28200	359	78.5	28600	364	362	78.5	29200	372	78.5	29400	374	373		
10-Nov-05	18760751	958	78.5	7800	99	78.5	7400	94	78.5	14600	186	78.5	14200	181	183	78.5	13600	173	78.5	13800	176	174		
11-Nov-05	18760798	960	78.5	12400	158	78.5	13600	173	78.5	28400	362	78.5	28200	359	360	78.5	29200	372	78.5	28800	367	369		
11-Nov-05	18760807	962	78.5	10400	132	78.5	11400	145	78.5	18400	234	78.5	18200	232	233	78.5	19200	244	78.5	19600	250	247		



CEMEX CONCRETOS S.A. DE C.V.
CONTROL DE CALIDAD

PLANTA TOLUCA
Tel. 01 (7222) 2 15-43-05 y 2 15-04-62
Tel. Fax (722) 2150462

Estudio comparativo de la Resistencia a la Compresión PLANTA vs OBRA, Octubre 2005-Noviembre 2005

El estudio que se realiza es con el propósito de hacer una comparativa de los muestreos efectuados en Planta con los muestreos efectuados en Obra, con el objetivo de seguir realizando los muestreos en Planta y validar técnicamente la desviación que se tiene a la NMX-C-161-1997-ONNCCE "Industria de la Construcción -Concreto Fresco-muestreo-".


Se realizaron 30 muestreos en Obra y en Planta, correspondiente a la misma revolvedora.
El muestreo en **Planta** se realizó despuntando aproximadamente 10 litros de concreto y realizando 3 especímenes en la primera etapa para ensayar 1 a la edad de 3 días, y 2 a edad de garantía.

El muestreo en **Obra** se realizó interceptando el flujo del vaciado del concreto del camión revolvedor siendo éste entre el 15 y 85% de la carga, y también realizaron el número de especímenes indicados en el párrafo anterior.

Los resultados que se obtuvieron en resistencia a compresión de los muestreos en Obra a los 28 días tienen un incremento de resistencia de **7,49 kg/cm²** en promedio de las 30 muestras realizadas respecto a las que se obtuvieron en Planta.

Promedio de Resistencia a compresión del muestreo realizado en Planta a 3 días-----	123.08 kg/cm ² .
Promedio de Resistencia a compresión del muestreo realizado en Obra a 3 días-----	126.14 kg/cm ² .
Incremento del muestreo realizado en obra-----	3.06 kg/cm ² .
Promedio de Resistencia a compresión del muestreo realizado en Planta a 28 días-----	224.51 kg/cm ² .
Promedio de Resistencia a compresión del muestreo realizado en Obra a 28 días-----	232.00 kg/cm ² .
Incremento del muestreo realizado en obra-----	7.49 kg/cm ² .

Con los resultados del estudio realizado, comprobamos técnicamente que el muestreo que se realiza en obra tiene un promedio de incremento aproximadamente de **7,49 kg/cm²** respecto a los valores que se tienen cuando se realiza el muestreo en planta, por tal razón al muestrear en planta obtenemos los valores mas críticos con los cuales evaluamos nuestros concretos, esperando que en obra presenten el incremento que se tiene como referencia.

Elaboró: 
Analista de Control de Calidad.

Autorizó: 
Jefe de Control de Calidad.

Anexo 20
Control de Calidad

**CONTROL DE TEMPERATURA EN LA PILETA Y/O CUARTO DE CURADO, HUMEDAD RELATIVA
Y TEMPERATURA AMBIENTE**

Laboratorio : _____
Mes/Año: _____

DÍA	TEMPERATURA (°C) PILETA/CUARTO DE CURADO			TEMPERATURA PILETA/CUARTO DE CURADO °C (23° ± 2°)			HUMEDAD RELATIVA CUARTO DE CURADO			HUMEDAD RELATIVA ÁREA DE CABECEO (%)			TEMP. ÁREA CABECEO	TEMP. ZONA DE PRUEBAS	Realizó RUBRICA	OBSERVACIONES
	8:00	13:00	17:30	21	23	25	8:00	13:00	17:30	8:00	13:00	17:30	14:00	14:00		
	(± 1:00 h)						(± 1:00 h)			(± 1:00 h)			(± 1:00 h)	(± 1:00 h)		
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																
31																

Anexo 22
Control de Calidad

INSPECCIÓN GENERAL A PILETAS Y/O CUARTOS DE CURADO

Laboratorio: _____	Fecha de Mantenimiento	
	Última	Próxima

ACTIVIDADES :	¿SE REALIZÓ?		
	SÍ	N/A	NO
1. Lavado de piletas de curado.			
2. Identificación legible de las pilas de curado			
3. Cambio de agua saturada con cal, en las piletas de curado.			
4. Verificación de la estanqueidad de piletas			
5. Revisión general del sistema regulador de temperatura.			
6. Limpieza general del sistema regulador de temperatura			
7. Limpieza general del sensor térmico			
8. Limpieza general de aspersores			
9. Limpieza general de la fosa de sedimentación			
10. Mantenimiento a la iluminación			
11. Verificar la efectividad de nebulización			
12. Condiciones generales del cuarto			

Nota: El cambio de agua saturada con cal (3 g/l) se está haciendo aproximadamente cada que se aprecia sucia; sin embargo no se lleva un registro de dicha actividad.

OBSERVACIONES: _____

ELABORÓ

REVISÓ

Tabla de velocidad de aplicación de carga.

NMX-C-083-ONNCE-2004

TABLA DE VELOCIDAD DE APLICACIÓN DE CARGA
Conforme a la NMX-C-083-ONNCE-2004

Para especímenes de 150 x 300 mm					Para especímenes de 100 x 200 mm					Para vigas 150 x 150		
Tiempo transcurrido de aplicación min : s	Carga aplicada				Tiempo transcurrido de aplicación min : s	Carga aplicada				Tiempo transcurrido de aplicación min : s	Carga aplicada	
	de kg	de kN	a kg	a kN		de kg	de kN	a kg	a kN		kg	kN
00:05	1237	12	3093	30	00:05	550	5	1374	13	00:05	188	1
00:10	2474	24	6185	61	00:10	1100	11	2749	27	00:10	375	1
00:15	3711	36	9278	91	00:15	1649	16	4123	40	00:15	563	1
00:20	4948	49	12370	121	00:20	2199	22	5498	54	00:20	750	1
00:25	6185	61	15463	152	00:25	2749	27	6872	67	00:25	938	1
00:30	7422	73	18555	182	00:30	3299	32	8247	81	00:30	1125	1
00:35	8659	85	21648	212	00:35	3848	38	9621	94	00:35	1312	1
00:40	9896	97	24740	243	00:40	4398	43	10996	108	00:40	1500	1
00:45	11133	109	27833	273	00:45	4948	49	12370	121	00:45	1688	1
00:50	12370	121	30925	303	00:50	5498	54	13744	135	00:50	1875	1
00:55	13607	133	34018	334	00:55	6048	59	15119	148	00:55	2063	2
01:00	14844	146	37110	364	01:00	6597	65	16493	162	01:00	2250	2
01:05	16081	158	40203	394	01:05	7147	70	17868	175	01:05	2438	2
01:10	17318	170	43295	425	01:10	7697	75	19242	189	01:10	2625	2
01:15	18555	182	46388	455	01:15	8247	81	20617	202	01:15	2813	2
01:20	19792	194	49480	485	01:20	8796	86	21991	216	01:20	3000	2
01:25	21029	206	52573	516	01:25	9346	92	23366	229	01:25	3188	3
01:30	22266	218	55665	546	01:30	9896	97	24740	243	01:30	3375	3
01:35	23503	230	58758	576	01:35	10446	102	26114	256	01:35	3563	3
01:40	24740	243	61850	607	01:40	10996	108	27489	270	01:40	3750	3
01:45	25977	255	64943	637	01:45	11545	113	28863	283	01:45	3938	3
01:50	27214	267	68035	667	01:50	12095	119	30238	297	01:50	4125	4
01:55	28451	279	71128	698	01:55	12645	124	31612	310	01:55	4313	4
02:00	29688	291	74220	728	02:00	13195	129	32987	324	02:00	4500	4
02:05	30925	303	77313	758	02:05	13744	135	34361	337	02:05	4688	4
02:10	32162	315	80405	789	02:10	14294	140	35736	350	02:10	4875	4
02:15	33399	328	83498	819	02:15	14844	146	37110	364	02:15	5063	5
02:20	34636	340	86590	849	02:20	15394	151	38485	377	02:20	5250	5
02:25	35873	352	89683	880	02:25	15944	156	39859	391	02:25	5438	5
02:30	37110	364	92775	910	02:30	16493	162	41233	404	02:30	5625	5
02:35	38347	376	95868	940	02:35	17043	167	42608	418	02:35	5813	5
02:40	39584	388	98960	971	02:40	17593	173	43982	431	02:40	6000	5
02:45	40821	400	102053	1001	02:45	18143	178	45357	445	02:45	6188	6
02:50	42058	412	105145	1031	02:50	18692	183	46731	458	02:50	6375	6
02:55	43295	425	108238	1061	02:55	19242	189	48106	472	02:55	6563	6
03:00	44532	437	111330	1092	03:00	19792	194	49480	485	03:00	6750	6

Nota: En esta tabla se considera una velocidad de aplicación de carga de 84 kg/cm²/min a 210 kg/cm²/min para cilindros.
y una velocidad de 10kg/cm²/min para vigas

Anexo 27

	<p>1. SE OBSERVA CUANDO SE LOGRA UNA CARGA DE COMPRESION BIEN APLICADA SOBRE UN ESPECIMEN DE PRUEBA BIEN PREPARADO.</p>
	<p>2. SE OBSERVA COMUNMENTE CUANDO LAS CARAS DE APLICACIÓN DE CARGA SE ENCUENTRAN EN EL LIMITE DE TOLERANCIA ESPECIFICADA O EXCEDIENDO ESTA.</p>
	<p>3. SE OBSERVA EN ESPECÍMENES QUE PRESENTAN UNA SUPERFICIE DE CARGA CONCAVA Y/O POR DEFICIENCIAS DEL MATERIAL DE CABECEO O TAMBIEN POR CONCAVIDAD DEL PLATO DE CABECEO O CONVEXIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA.</p>
	<p>4. SE OBSERVA EN ESPECÍMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACIÓN DE CARGA CONCAVA Y/O POR DEFICIENCIAS DEL MATERIAL DE CABECEO O TAMBIEN POR CONCAVIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA.</p>
	<p>5. SE OBSERVA CUANDO SE PRODUCEN CONCENTRACIONES DE ESFUERZOS EN PUNTOS SOBRESALIENTES DE LAS CARAS DE APLICACION DE CARGA; POR DEFICIENCIAS DEL MATERIAL DE CABECEO O DE LAS PLACAS DE CARGA.</p>
	<p>6. SE OBSERVA EN ESPECÍMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACIÓN D CARGA CONVEXA Y/O POR DEFICIENCIAS DEL MATERIAL DE CABECEO.</p>
	<p>7. SE OBSERVA CUANDO LAS CARAS DE APLICACION DE CARGA DEL ESPECIMEN SE DESVIAN LIGERAMENTE DE LAS TOLERANCIAS DEL PARALELISMO ESTABLECIDAS O POR LIGERAS DESVIACIONES EN EL CENTRADO DEL ESPECIMEN PARA LA APLICACIÓN DE CARGA.</p>

Anexo 27. Diagrama de fallas de cilindros sometidos a compresión.

Anexo 29 Control de Calidad

ANALISIS DE RESISTENCIA POR MUESTREO INSUFICIENTE NOM-C-155-1987 CONCRETO HIDRAULICO

Zona:	Cluster:	Elaboró:	Producción del:
Estado:	Planta:	Reviso:	Fecha de reporte:
Ciudad:	PD:	Concreto:	al:
Concreto de resistencia especificada de $f'c=$		kg/cm2	
Grado:			

No.	Datos	Valores mínimos aceptables de los promedios de pruebas consecutivas ($f_p \text{ min} = \text{kg/cm}^2$)																													
		$f'c-35$	$f'c-13$	$f'c-0$	$f'c-0$	$f'c-0$	$f'c-0$	$f'c-0$	$f'c-0$	$f'c-0$	$f'c-0$	$f'c-0$	$f'c-0$	$f'c-0$	$f'c-0$	$f'c-0$	$f'c-0$	$f'c-0$	$f'c-0$	$f'c-0$	$f'c-0$	$f'c-0$	$f'c-0$	$f'c-0$	$f'c-0$	$f'c-0$	$f'c-0$	$f'c-0$	$f'c-0$	$f'c-0$	$f'c-0$
1																															
2																															
3																															
4																															
5																															
6																															
7																															
8																															
9																															
10																															
11																															
12																															
13																															
14																															
15																															
16																															
17																															
18																															
19																															
20																															
21																															
22																															
23																															
24																															
25																															
26																															
27																															
28																															
29																															
30																															

<p>Para el concreto de resistencia especificada de $f'c=$ kg/cm2</p> <p>Grado se tienen</p> <p>0 pruebas de resistencia a compresión consecutivas</p> <p>0 promedios son mayores o iguales que los valores mínimos aceptables y</p> <p>0 promedios son menores que los valores mínimos aceptables.</p> <p># DIV 0 de los promedios cumplen con los valores mínimo aceptables.</p>	<p>SIMBOLOGIA:</p> <p>x Promedio consecutivo menor al valor mínimo aceptable</p> <p>✓ Promedio consecutivo mayor o igual al valor mínimo aceptable</p>
---	--

