

**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN  
PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO.  
CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO**

**ÓSCAR DARÍO DURÁN PLATA 501872  
RAMIRO ALBERTO PEÑA POVEDA 502401**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ D.C.  
2018**

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
---	---	-----------------------------------

**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN  
PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO.  
CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO**

**ÓSCAR DARÍO DURÁN PLATA 501872  
RAMIRO ALBERTO PEÑA POVEDA 502401**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniera  
Civil**

**Director:  
JUAN SEBASTIÁN AGUDELO MAYORGA**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ D.C.  
2018**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO

FECHA: 2018  
VERSIÓN 00



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:  
**Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)**

Para leer el texto completo de la licencia, visita:  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

**Usted es libre de:**



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra  
hacer obras derivadas

**Bajo las condiciones siguientes:**



**Atribución** — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



**No Comercial** — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
---	---	-----------------------------------

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

---

**FIRMA DEL PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**FIRMA JURADO**

---

**FIRMA JURADO**

**Bogotá D.C.**

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO	FECHA: 2018 VERSIÓN 00
---	---	---------------------------

## DEDICATORIA

A nuestra familia, porque fueron quienes estuvieron siempre a nuestro lado en cada obstáculo que se impuso en el camino que en muchas ocasiones generaron impotencia y frustración a la hora de continuar hacia la etapa final. Porque día a día trabajaron para formarnos como personas de principios y con muchas ganas de luchar y salir adelante para enfrentar la vida y por darnos siempre su amor y apoyo incondicional, siendo mis eternos compañeros de viaje en el camino de la vida.

A nuestras esposas e hijos, quienes estuvieron durante todo este camino acompañándonos y dándonos ánimos para no desfallecer y gracias por enseñarnos que la vida está llena de retos y metas a superar.

*Oscar Darío Duran Plata*  
*Ramiro Alberto Peña Poveda*

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO	FECHA: 2018 VERSIÓN 00
---	---	---------------------------

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por ser quien nos dio la vida y la fortaleza para llegar hasta este punto de nuestra carrera profesional, porque sin el esto no hubiera podido ser posible

A los docentes que con su sabiduría y conocimiento impulsaron nuestra formación y nos motivaron cada día para ser mejores profesionales; al director de Trabajo de grado Ingeniero Juan Sebastián Agudelo Mayorga, por su dedicación y acompañamiento en esta etapa de formación, donde sus sabios conocimientos hacen que hoy cumplamos con este logro.

Finalmente, Ingeniero; gracias por su apoyo y entrega para llevarnos a culminar con éxitos esta fase universitaria con la que se cierra un ciclo, pero da apertura a una nueva etapa en nuestras vidas.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	15
1. GENERALIDADES .....	17
1.1 ANTECEDENTES.....	17
1.1.1 Antecedentes históricos .....	17
1.1.2 Antecedentes normativos.....	17
1.1.3 Estudios realizados .....	19
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	22
3. OBJETIVOS.....	25
3.1 OBJETIVO GENERAL .....	25
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	25
4. JUSTIFICACIÓN.....	26
5. DELIMITACIÓN .....	30
5.1 ESPACIO .....	30
5.2 TIEMPO .....	30
5.3 CONTENIDO .....	30
5.4 ALCANCE .....	31
6. MARCO REFERENCIAL.....	32
6.1 MARCO TEÓRICO .....	32
6.1.1 Generalidades sobre el concreto fresco.....	32
6.1.2 Manual de guías de laboratorio enfocadas al control de calidad de materiales y tecnología del concreto .....	36
6.1.3 Control de calidad al concreto.....	36

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO	FECHA: 2018 VERSIÓN 00
---	---	---------------------------

6.1.4 Control de calidad del concreto en obra .....	37
6.1.5 Concepto básico de Calidad .....	39
6.1.6 Ensayos del concreto fresco .....	41
6.1.7 Propiedades del concreto fresco.....	41
6.2 MARCO CONCEPTUAL .....	42
6.3 MARCO LEGAL .....	45
7. METODOLOGÍA .....	48
7.1 ETAPA DE REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	48
7.2 ETAPA DE RECOLECCIÓN DE EVIDENCIAS .....	48
7.3 ETAPA DE CLASIFICACIÓN Y APROPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	49
7.4 ETAPA DE ANÁLISIS .....	49
7.5 ETAPA DE DOCUMENTACIÓN FINAL .....	49
8. RESULTADOS VISITA TÉCNICA INTERNACIONAL.....	51
8.1 PROCEDIMIENTOS PARA ELABORACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DEL CEMENTO Y CONCRETO .....	51
8.2 CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO EN MÉXICO .....	58
8.3 RESUMEN RESULTADOS DE VISITA INTERNACIONAL .....	60
9. RESULTADOS VISITA TÉCNICA NACIONAL .....	64
9.1 PROCEDIMIENTOS PARA ELABORACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DEL CEMENTO Y CONCRETO EN COLOMBIA .....	64
9.2 CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO EN COLOMBIA .....	71
9.3 RESUMEN RESULTADOS DE VISITA TÉCNICA NACIONAL.....	72
10. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	75
10.1 COMPARACIÓN ENTRE NORMAS APLICADAS EN COLOMBIA Y MÉXICO. .....	75
10.2 COMPARATIVO EN LA TOMA DE MUESTRAS .....	80

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

11. CONCLUSIONES ..... 85

12. RECOMENDACIONES ..... 87

BIBLIOGRAFÍA ..... 89

ANEXOS ..... 95

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Producción y despachos nacionales de concreto fresco entre 2012 – 2017 (miles de metros cúbicos) .....	27
Figura 2. Producción del cemento .....	34
Figura 3. Esquema metodológico .....	50

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	<b>Pág.</b>
Fotografía 1. Planta de CEMEX-México, Probetas cúbicas .....	80
Fotografía 2. Planta de HOLCIM-Colombia, Probetas cilíndricas .....	81
Fotografía 3 Nevera semi-hermética, CEMEX México.....	81
Fotografía 4. Cuarto de curado – HOLCIM Colombia .....	82
Fotografía 5. Silos de dosificación – CEMEX México .....	82
Fotografía 6. Silos de dosificación y premezclado – HOLCIM Colombia .....	83
Fotografía 7. Silos de dosificación – CEMEX México .....	83
Fotografía 8. Cilindros metálicos - Colombia .....	84

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO	FECHA: 2018 VERSIÓN 00
---	---	---------------------------

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Normas aplicadas en la elaboración y control de calidad del concreto – norma mexicana .....	51
Tabla 2. Ensayos para el control de calidad de la mezcla fresca de concreto en México .....	59
Tabla 3. Resumen de resultados de la visita técnica internacional.....	61
Tabla 4. Normas aplicadas en la elaboración y control de calidad del concreto – norma técnica colombiana .....	64
Tabla 5. Ensayos para el control de calidad de la mezcla fresca de concreto en Colombia .....	71
Tabla 6. Resumen de resultados de la visita técnica internacional.....	73
Tabla 7. Paralelo entre normas para el concreto – Colombia – México.....	76

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

## LISTA DE ANEXOS

**Pág.**

ANEXO A. Registro fotográfico visita técnica Internacional – Cemex México D.F.....	
.....	95
ANEXO B. Registro fotográfico visita Nacional – Holcim Bogotá D.C.....	107
ANEXO C. Resultados encuestas México – Colombia .....	119

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

## RESUMEN

El proyecto tiene la finalidad de mostrar aspectos comunes y diferenciales en la aplicación de criterios técnicos para la aplicación de ensayos de concreto en estado fresco, para ello se tomó como insumo la recolección de información de visitas técnicas una en la empresa CEMEX de México y en Colombia la practicada en Holcim.

A partir de ello, se realizó un análisis comparativo relacionando las normas técnicas aplicables en cada país las cuales a su vez toman de referencia las ASTM que son normas internacionales, como resultado se identifican aspectos relevantes que marcan la diferencia en la aplicación de procedimientos específicos para el análisis de las muestras tomadas resaltando criterios como el tipo de molde, resistencia en la madurez del concreto, aditivos y controles de calidad que lleva a garantizar el cumplimiento de la norma en los concretos en estado fresco.

En la visita internacional, una de las limitantes es la disponibilidad de la información puesto que hay restricciones en el suministro de la misma y el tiempo asignado a la visita que dificultó la toma de datos en la aplicación de la encuesta dirigida que soporta la recolección de datos importantes a partir del conocimiento y de la experiencia de los profesionales responsables en el departamento de calidad.

Como conclusión, se resalta que si bien México es pionero en la producción de concreto, Colombia tiene establecido controles de calidad que permiten que los ensayos practicados a los concretos garanticen el cumplimiento de las normas técnicas o legales y sean más efectivos al momento de la obtención de los resultados y en la toma de acciones para identificar los posibles factores que impiden el cumplimiento de parámetros técnicos que demuestran la calidad en el proceso de concretos en estado fresco.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

## INTRODUCCIÓN

El control de calidad en cualquier obra es considerado como el proceso más importante que debe realizarse para garantizar el adecuado funcionamiento de las estructuras y por ende el bienestar de las personas. El seguimiento de los procedimientos de calidad se rige a partir de los estándares definidos por diferentes normas técnicas. A nivel internacional se destaca las normas establecidas por la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales o ASTM y a nivel nacional están las Normas Técnicas Colombianas o NTC y las definidas por INVIAS.

Un elemento importante a tener en cuenta en los procedimientos de control de calidad es el análisis de los ensayos del concreto. Estos permiten determinar la calidad en términos de resistencia y durabilidad de las estructuras que se construyen en base al concreto fresco. El objetivo de los ensayos de concreto fresco es medir la calidad del concreto fresco desde su fase de mezclado hasta que termina en la superficie final, para garantizar, por un lado, la durabilidad y la resistencia del material utilizado; y por otro, que la mezcla no fragüe mientras es transportada, vertida, colocada y compactada.

Para que los métodos de control de calidad del concreto fresco sean efectivos, deben cumplir con la normativa existente. Así mismo, diferentes entidades han diseñado manuales con protocolos para realizar los ensayos de concreto fresco basándose en las normas. Sin embargo, algunos estudios evidencian que aún no se cumplen a cabalidad los protocolos exigidos, lo cual genera incongruencias en la gestión del control de calidad de estos procesos.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

Este proyecto nace bajo la necesidad de proponer mecanismos que permitan identificar los ensayos de caracterización para el control de calidad del concreto en estado fresco, teniendo como referencia la normatividad existente y los protocolos utilizados en países a la vanguardia del tema como lo es México.

México es uno de los países líderes a nivel mundial dentro de la industria cementera. Actualmente Cemex es una de las empresas globales líderes en la industria, está en más de 30 países en el mundo, cuenta con 43.000 empleados, produce 94M Toneladas y tiene ventas anuales de US \$15.227 millones. En Colombia, es la segunda productora de cemento, segundo del grupo Argos y una acción está valorada en 7.06 US<sup>1</sup>.

En este contexto, el proyecto tiene como finalidad recopilar información de los controles de calidad en los procesos establecidos para los ensayos de concreto fresco en México en la empresa CEMEX y compararlos con los protocolos de nuestro país, con el propósito de identificar los aspectos comunes y diferenciales y así proponer un procedimiento que aporte al control de calidad del concreto en Colombia en estado fresco. Éste proyecto plantea entonces, tres aspectos principales: a) la realización de una visita a la planta de concreto en México b) la identificación de los protocolos desarrollados para los ensayos de concreto fresco tanto en Colombia como en México y c) la propuesta de un procedimiento en los ensayos de concreto fresco a partir del análisis comparativo entre las normativas existentes en los dos países.

---

<sup>1</sup> CEMEX. Nuestra historia. [En línea]. [Citado el 20 de febrero de 2018]. Disponible en: [www.cemexcolombia.com](http://www.cemexcolombia.com)

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 ANTECEDENTES

A continuación, se presenta una descripción de los antecedentes relacionados con el tema central de este estudio.

**1.1.1 Antecedentes históricos.** El antecedente del concreto fresco que se maneja hoy en día fue patentado en 1820 en Inglaterra por James Parker y Joseph Aspdin. Ellos descubrieron que una mezcla de caliza dura, molida y calcinada con arcilla, que al agregársele agua, producía una pasta que de nuevo se calcinaba se molía y batía hasta producir un polvo fino<sup>2</sup>.

**1.1.2 Antecedentes normativos.** Los controles de calidad en los ensayos de concreto fresco se regulan a partir de las normas decretadas por INVIAS y por el ICONTEC las cuales se fundamentan en la reglamentación establecida por la ASTM. Parámetros como durabilidad y resistencia son fundamentales para la construcción de una normativa que promueva una gestión eficiente en los procedimientos del control de calidad.

En el 2012, INVIAS creó un manual de Normas de Ensayo de Materiales para Carreteras en el cual se estandarizan los procedimientos de muestreo y ensayo, basados en normas internacionales elaboradas por la ASTM. De la misma manera,

---

<sup>2</sup> HIGUERA, H. Simulación multifísica y multifase del ensayo de migración del ion cloruro en el concreto (NT Build 492) teniendo en cuenta los fenómenos de adsorción e interacción iónica. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 2016.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

está el Manual de Diseño de Pavimentos de concreto, el cual muestra las características de los pavimentos de concreto y las variables que influyen en su comportamiento.

En cuanto a las NTC, éstas son de obligatorio cumplimiento. Las relacionadas con el concreto estructural se encuentran en el Decreto N° 926 de 2010, en el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistente NSR 10, adoptando el reglamento colombiano de construcción sismo resistente, específicamente el Título C. En aquellos casos en los cuales no exista una norma NTC se acepta la utilización de normas de ASTM o de otras instituciones las cuales también hacen parte del reglamento cuando no exista la correspondiente norma NTC.

El Título C de las normas NSR-98 se enfoca en las características del concreto estructural para el Diseño y Construcción Sismo Resistente. En este se muestran los requisitos mínimos que se deben cumplir en el diseño y construcción de estructuras de concreto estructural y sus elementos.

El ICONTEC cuenta en el sector de construcción y edificaciones con una data de Normas Técnicas Colombianas – NTC. En cuanto a la toma muestras, ensayos y determinación de resistencias en concretos, entre otros temas de gran importancia para definir los controles de calidad con procedimientos asociados se destacan las siguientes:

- NTC 454 Toma de muestras de concreto
- NTC 396 Ensayo de asentamiento del concreto
- NTC 5222 Ensayo de flujo libre del concreto
- NTC 550 Elaboración y curado de especímenes de obra

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
---	---	-----------------------------------

- NTC 1377 Elaboración y curado de especímenes de laboratorio
- NTC 673 Ensayo de resistencia a compresión de cilindros
- NTC 2275 Evaluación estadística de la resistencia
- NTC 3756 Estimación resistencia in situ (Madurez-calorimetría in situ)
- NTC 3318 Producción de concreto
- NTC 5551 Durabilidad de concreto (prescriptiva)

A nivel internacional se encuentran las normas ASTM C94 de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales designadas para la manufactura del concreto pre-mezclado.

**1.1.3 Estudios realizados.** Dentro de los estudios realizados sobre el concreto se encuentra el trabajo realizado por Herrera<sup>3</sup> en donde referencia los problemas típicos en la construcción:

- Falta de representatividad de probetas (cilindros, núcleos, viguetas)
- Baja resistencia del concreto
- Falta de agilización de procesos constructivos
- Presencia de fisuras en el concreto y demás anomalías
- Falta de control en desarrollo de operaciones
- Defectos de lo construido vs. Diseñado
- Aumento de la vulnerabilidad estructural
- Afectación a la vida útil de la estructura

<sup>3</sup> QUIMBAY HERRERA, Rodrigo. Universidad Nacional de Colombia. Aspectos de la evaluación del desempeño en el concreto. [En línea]. Colombia. [Citado 20-enero-2018]. Disponible en internet:[http://www.bdigital.unal.edu.co/6743/1/ASPECTOS\\_DE\\_LA\\_EVALUACION\\_DEL\\_DESEMPEÑO\\_DEL\\_CONCRETO.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/6743/1/ASPECTOS_DE_LA_EVALUACION_DEL_DESEMPEÑO_DEL_CONCRETO.pdf)

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

Para solventar esto, el autor propone:

- Supervisión Técnica aplicada (Título I, NSR-10)
- Normativa y especificaciones por desempeño (ref. CSA, iniciativa P2P)
- Plan de aseguramiento de calidad y diseño por desempeño (normativa nacional. e internacional.)
- Control de especificaciones (actualizada conforme ISO y EN)
- Control de materiales usados (especificación por comportamiento)
- Control de procesos constructivos (monitoreo, ejecución, mejoramiento)

Otra investigación importante a mencionar es la de Díaz, Bautista, Sánchez y Ruíz<sup>4</sup>, quienes realizaron un estudio sobre la caracterización de mezclas de concreto utilizadas en sistemas industrializados de construcción de edificaciones, en el cual se encontró que el concreto usado en los sistemas industrializados tiene una mayor resistencia a la tensión indirecta que el concreto utilizado en los sistemas tradicionales de construcción.

También está el trabajo desarrollado por Ortiz<sup>5</sup>, quien realizó un análisis y describió la producción de concretos en obra mediante ensayos de especímenes para identificar los variables que intervienen en la resistencia final del concreto preparado en cinco proyectos de vivienda en Colombia. Dentro de esta investigación se describieron las características del proceso del vaciado y curado de las muestras de concreto fresco de acuerdo a las condiciones de asentamiento establecidas en los diseños de las mezclas con el propósito de identificar las condiciones óptimas para estos procesos. Como resultados se encontró que la toma de las muestras o

<sup>4</sup> DÍAZ, J., BAUTISTA, L., SÁNCHEZ, A., & RUÍZ, D. Características de mezclas de concreto utilizadas en sistemas industrializados de construcción de edificaciones. Revista Facultad de Ingeniería, 2003. Pág. 60-73.

<sup>5</sup> ORTIZ, Á. Análisis y descripción de la producción de concretos en obra de cinco proyectos en Colombia. Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada. 2015

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

especímenes para los ensayos de laboratorio son el mejor método para determinar la calidad del concreto preparado en obra, por lo cual se deben seguir minuciosamente los métodos recomendados en las normas ya que de unas buenas muestras se puede determinar una buena calidad de un concreto.

Ortiz menciona un estudio realizado por Chan, Solís & Romel, quienes encontraron que la absorción es la propiedad que más influye en la consistencia del concreto ya que las partículas absorben agua directamente en la mezcladora, así como que entre mayor sea la superficie de agregado para cubrir con pasta menor fluidez se tendrá<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> *Ibíd.*, Pág. 17

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy en día, desde el punto de vista técnico, es de suma importancia que todo proyecto de construcción cuente con ensayos de caracterización de materiales, los cuales son el producto de criterios estandarizados y de calidad para la toma de muestras en campo o de laboratorio, y los cuales se ejecutan antes o durante el desarrollo de la obra. Su importancia radica, en que dichos ensayos son la base del buen desarrollo de los procesos constructivos y que, en últimas, darán un resultado confiable de calidad y durabilidad a las estructuras de concreto.

Con respecto al concreto utilizado en obra, si se define a los ensayos de caracterización sobre muestras, como un parámetro para cumplir, bien sea con un plan de calidad, como un requisito para una licitación, o bien como para obtener una certificación, se puede conocer la necesidad de un proyecto. Sin embargo, a este requisito se le debe agregar un valor que aporte cualidades de desempeño y buena ejecución de los procesos constructivos, seguramente dejará de ser un simple requisito y se reemplazará por ser un aspecto primordial para la seguridad del proyecto.

Cuando se realizan los ensayos de control de calidad, es importante que los datos obtenidos y entregados sean satisfactorios, confiables y que se les lleve una trazabilidad y se debe tener presente que los resultados serán analizados y revisados para autorizar la continuación de un proceso constructivo de tal forma que se actúe y se tomen decisiones de manera preventiva y no curativa. Los ensayos de laboratorio representan un costo sujeto a procedimientos normativos que garantizan su total aplicación y al cumplimiento de especificaciones lo que hace

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

relevante tener claros los requisitos de control de calidad de este insumo o elemento esencial para los procesos constructivos.

Sin embargo, existe una problemática relacionada con la calidad del concreto fresco en el manejo y tratamiento del mismo, lo cual es fundamental para definir la calidad y la estabilidad de cualquier obra. A pesar que existen las normas, diferentes investigaciones muestran que los procesos de elaboración del concreto en muchas obras no tienen el seguimiento de control de calidad necesarios. Ortiz (2015) menciona que la deficiencia del concreto se debe al mal diseño de la mezcla y al manejo inadecuado del agua y las materias primas utilizadas.

En ese orden de ideas, en Colombia, existen una serie de normas para medir los estándares de calidad del cemento fresco, sin embargo, en muchos casos no se cumplen. Por ejemplo, según el periódico Portafolio, cerca del 80% de las viviendas en Bogotá D.C., no cumplen con las normas estructurales, lo cual puede resultar mortal en caso de que ocurra un desastre natural como un sismo. Un estudio de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica revela que con un terremoto de 7,6 grados sobre la escala de Richter se podría destruir entre el 10 por ciento y el 15 por ciento del valor de la ciudad<sup>7</sup>. Así mismo, el diario El Tiempo reveló que en el 2017 el edificio Portal de Blas de Lezo II se desplomó cobrando decenas de víctimas, a causa de la falta de control en los materiales, en las especificaciones y en el plano estructural. Existía un diseño, pero lo construido no cumplía con lo diseñado. En el diseño, se propusieron materiales como concretos de calidad tipo

---

<sup>7</sup> PORTAFOLIO. Cerca del 80% de las viviendas en Bogotá no cumplen normas de sismorresistencia. Portafolio, págs. [En línea]. 1a ed. Bogota, Colombia 2010. [Citado el 25 de 03 de 2010]. Dponible en: <http://www.portafolio.co/economia/finanzas/cerca-80-viviendas-bogota-cumplen-normas-sismorresistencia-475326>.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

5000 PSI hasta el piso cuarto, pero se encontró que se compró y aplicó concretos de calidad 4000 PSI<sup>8</sup>.

Con base en la problemática descrita anteriormente, se puede pensar que, a través del análisis comparado entre los ensayos de caracterización para el control de calidad del concreto en estado fresco, tomando como referencia el caso de Colombia y México se puede a la solución de la problemática en estudio.

---

<sup>8</sup> MONTAÑO, J. 'Edificios tienen problemas en diseño y construcción': U de Cartagena. El Tiempo, [En línea]. 1a ed. Bogota, Colombia [Citado el 25 de 03 de 2010]. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/edificios-no-cumplen-con-la-ley-urbanistica-ni-normas-estructurales-173674>.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
---	---	-----------------------------------

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Comparar las características de control de calidad a los ensayos al concreto en estado fresco a partir de un caso de estudio en Colombia y México.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar la metodología de control de calidad aplicable al concreto en estado fresco en las plantas de producción en Colombia y México.
- Realizar un comparativo de los procedimientos utilizados en Colombia y México para el control de calidad del concreto en estado fresco.
- Determinar los aspectos comunes y diferenciales de los controles de calidad aplicados al concreto en estado fresco.

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO	FECHA: 2018 VERSIÓN 00
---	---	---------------------------

#### 4. JUSTIFICACIÓN

El consumo y producción a nivel mundial de cemento crece cada año considerablemente. Según un reporte de la Asociación Europea de Cemento (CEMBUREAU), para el 2012, la producción global de cemento fue de 3.6 billones de toneladas, lo cual es un incremento del 3% con relación al año anterior<sup>9</sup>. En cuanto al concreto fresco, según cifras de la Federación Iberoamericana del Hormigón Premezclado, para el 2015, se produjeron en más de 2.400 millones de metros cúbicos de hormigón premezclado, siendo China responsable por un poco más de la mitad del volumen, seguido de lejos por EE.UU. y la Unión Europea, que representan cerca del 11% y el 9% respectivamente<sup>10</sup>.

En cuanto a América Latina y el Caribe el peso en 2016 fue de 104 millones de metros cúbicos, menor al récord histórico de 130 millones de metros cúbicos en 2014, pero casi un 60% más de volumen que el anotado en 2004<sup>11</sup>. El año pasado, México cerró con 35 millones 490 mil m<sup>3</sup> de producción de concreto premezclado, de los cuales el 51% corresponde a producción nacional<sup>12</sup>.

Colombia no se queda atrás. Según el DANE, el mercado del concreto fresco vio un incremento de un 12,6% interanual. En el 2017 se despacharon 6.936,2 miles de m<sup>3</sup>. En la Figura 1 se puede observar que en los últimos años el mercado del Concreto fresco ha venido fortaleciéndose.

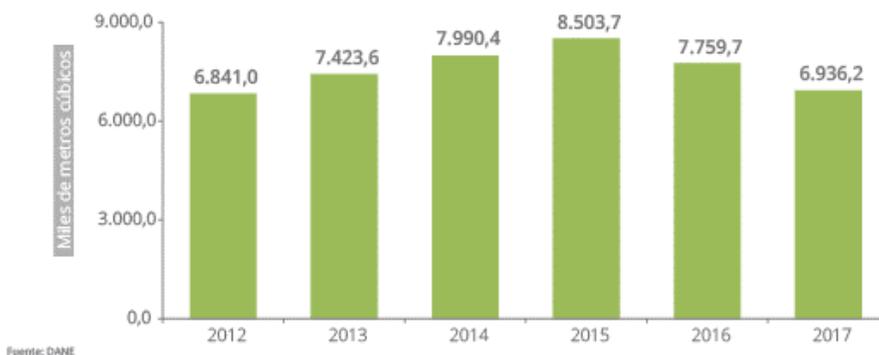
<sup>9</sup> FICEM. Informe Estadístico. México: FICEM. 2013.

<sup>10</sup> Federación Iberoamericana del Hormigón Premezclado. Indicadores en concreto. [En línea]. España. [Citado el 23 de febrero de 2018] Disponible en: <https://www.construccionlatinoamericana.com/indicadores-en-concreto/128416.article>.

<sup>11</sup> *Ibíd.*

<sup>12</sup> AMCI. México en concreto. México en concreto. [En línea]. [Citado: 27 de febrero de 2018]. Disponible en internet: [https://issuu.com/mexicoenconcreto/docs/m\\_xico\\_en\\_concreto\\_edici\\_n\\_31](https://issuu.com/mexicoenconcreto/docs/m_xico_en_concreto_edici_n_31).

**Figura 1. Producción y despachos nacionales de concreto fresco entre 2012 – 2017 (miles de metros cúbicos)**



Fuente: DANE. Estadísticas de Concreto Fresco Obtenido de DANE. [En línea]. [Citado: 20 de 02 de 2017]  
[Citado: 20 de 02 de 2017]

En cuanto a precios, México es el segundo país que maneja los precios más altos de concreto premezclado a nivel mundial. Un metro cúbico de concreto fresco está alrededor de 2.400 pesos mexicanos que equivale a 179 dólares<sup>13</sup>. Debido a esto, el concreto es considerado como el oro gris de México. En Colombia, un metro cúbico cuesta aproximadamente 230.000 pesos colombianos equivalentes a 86 dólares<sup>14</sup>.

México también se caracteriza por contar con las plantas de cemento y de concreto más modernas del mundo. Manejan tecnologías de avanzada para lograr una mayor eficiencia por kilo, así como para optimizar al máximo la energía que utiliza en su producción. Estudios del Instituto Mexicano del Cemento y Concreto (IMCYC) muestran que el concreto mexicano cumple con extrema rigidez la normatividad

<sup>13</sup> COSTONET. Costo del concreto premezclado. Obtenido de costonet. Disponible en: <http://www.costonet.com.mx/premezclado> [Citado: 15 de Febrero de 2018]

<sup>14</sup> CONSTRUDATA. Resumen de Productos. [En línea]. [Citado: 22 de Febrero de 2018] Disponible en: <http://www.construdata.com/BancoConocimiento/c/concretos/concreto14.htm>

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

vigente a nivel mundial. Así mismo indican que los productos utilizados para su producción cumplen con las altas especificaciones de resistencia, durabilidad y estética<sup>15</sup>.

Una de las empresas que se encuentra a la vanguardia y por encima de la competencia es CEMEX. Esta concretera mexicana es la única con 35 laboratorios acreditados y única certificada en OHSAS 18001<sup>16</sup>.

Lo anterior muestra que México es un ejemplo a seguir en la industria del cemento y del concreto. Debido a esto y la problemática expuesta en torno a la situación actual sobre la falta de control en el cumplimiento de las normas para la producción concreto fresco, así como en el seguimiento de las prácticas de calidad en los ensayos de este, y en aras de contribuir desde la academia a dar una solución a estas problemáticas, surge la necesidad de realizar una visita técnica internacional a la planta de CEMEX en México para conocer los procedimientos en los ensayos de los concretos frescos que realizan, con el fin de analizar comparativamente los ensayos de caracterización para el control de calidad del concreto en estado fresco con los procedimientos realizados en Colombia a partir de la normatividad. El concreto es el material más usado por el ser humano después del agua. La utilización de un cemento fuera de las normas de producción puede afectar en gran medida el tiempo de duración de las construcciones, tanto de infraestructura de servicios como de desarrollos urbanos<sup>17</sup>.

<sup>15</sup> GRAHAM, L. Cemento el oro gris de México. Obtenido de Real Estat. 2004. [En línea]. Disponible en: <https://realestatemarket.com.mx/articulos/materiales-de-la-industria/12367-cemento-el-oro-gris-de-mexico>.

<sup>16</sup> GONZÁLEZ, J. F. Cemex, un gigante responsable. Obtenido de imcyc. [En línea]. Disponible en: <http://www.imcyc.com/ct2008/jun08/tecnologia.htm>. 2008.

<sup>17</sup> GRAHAM, Op. Cit.

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	<b>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</b>	<b>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</b>
---	---	-----------------------------------

Por medio del presente proyecto, se busca informar acerca de los estándares sobre el control de calidad en la producción de concreto fresco. Este trabajo contribuirá de forma directa a la industria del cemento y del concreto en Colombia fomentando las buenas prácticas de calidad y el cumplimiento de las normas.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

## 5. DELIMITACIÓN

A continuación, se presenta la delimitación para el presente proyecto, en los siguientes términos:

### 5.1 ESPACIO

El presente proyecto se desarrollará en dos marcos de tiempo, el primero será en la visita técnica internacional a México en marzo de 2018, y el segundo será en la visita a la planta en Bogotá en abril de 2018.

### 5.2 TIEMPO

El tiempo para el desarrollo del presente proyecto es de cuatro meses, entre febrero de 2018 y mayo de 2018.

### 5.3 CONTENIDO

El presente proyecto se limitará a ensayos sobre el concreto fresco (eventualmente a ensayos sobre concreto endurecido) que se evidencien tanto en las plantas concreteras en México D.F. y Bogotá D.C.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

## 5.4 ALCANCE

El alcance del anteproyecto surge a partir de la visita internacional a la empresa CEMEX ubicada en México, la cual se caracteriza por la fabricación de concretos y que también cuenta con presencia en Colombia, lo que permite llevar a cabo una identificación de aspectos comunes y diferenciales a partir de la recopilación de la información acerca de los controles de calidad en concretos. Con ello se pretende:

- Conocer los procesos de ensayo de caracterización para el control de calidad del concreto de una de las mejores plantas de Cemex a nivel mundial.
- Realizar un análisis comparativo con los procesos colombianos.
- Determinar cuáles procesos pueden ser aplicados en la industria colombiana.

Por otra parte, se va realizar un recorrido por la normatividad y normas técnicas aplicables en Colombia; donde se definen los parámetros o estándares de calidad determinados por los ensayos que estipulan la resistencia y durabilidad de los concretos, producto utilizado en la construcción y ejecución de proyectos de ingeniería civil. Con ello se pretende realizar un análisis comparativo entre la normatividad colombiana y la mexicana.

Dentro de las limitaciones se puede encontrar la falta de disponibilidad de información durante el desarrollo de la visita técnica internacional, así como el tiempo de estadía en la empresa CEMEX y políticas de acceso a la información que dificulten la toma de datos para el desarrollo del presente anteproyecto.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

## 6. MARCO REFERENCIAL

A continuación, se presenta información relacionada con el tema base de la presente investigación, que serán de apoyo para el reconocimiento de la problemática a nivel mundial, las posibles soluciones que se brindan al respecto y los aspectos más importantes que se deben tener en cuenta al momento del desarrollo de la temática, estos aportes son hechos por profesionales del área.

### 6.1 MARCO TEÓRICO

**6.1.1 Generalidades sobre el concreto fresco.** El cemento puede definirse como un conglomerante hidráulico o material artificial de naturaleza inorgánica y minera, que molido y convenientemente amasado con agua forma una pasta que fragua y endurece a causa de las reacciones de hidrólisis e hidratación de sus constituyentes, dando lugar a productos hidratados mecánicamente resistentes y estables, tanto al aire libre como debajo del agua<sup>18</sup>.

También puede definirse como una mezcla de arcilla molida y otros materiales calcificados en polvo, que después de un debido proceso, tiene propiedades adherentes. Es la materia prima más importante para el sector de la construcción<sup>19</sup>.

---

<sup>18</sup> MARTÍNEZ, A. R. Estudio del sector cementero a nivel mundial y nacional. Valencia. España: Universidad Politécnica de Valencia. 2011

<sup>19</sup> LATORRE, A. La industria del cemento en Colombia. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana. 2008.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

Existen varias clases de cementos, dependiendo de las materias primas y de los procesos que se realicen para su fabricación. Sin embargo, este proceso consta de cuatro etapas<sup>20</sup>:

- Extracción y molienda de materias primas: principalmente se utiliza la caliza. En esta etapa se tritura la caliza y se almacena junto con la arcilla y las otras materias primas.
- Homogenización de la materia prima: aquí se crea una mezcla homogénea conocida como crudo.
- Producción de Clinker: etapa en la cual se calcina el crudo a altas temperaturas y se convierte en Clinker.
- Molienda de cemento: el Clinker obtenido en la etapa anterior se muele de dos maneras diferentes y luego se mezcla con yeso para alargar el tiempo de fraguado.

En la siguiente figura, se puede observar el proceso de fabricación:

---

<sup>20</sup> *Ibíd.*

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

**Figura 2. Producción del cemento**



Fuente: Cuál es el proceso actual de producción. [En línea]. Disponible en: <https://goo.gl/images/GWeamu>

Dentro de los tipos de concreto se destaca<sup>21</sup>:

- Concreto premezclado: concreto listo para usarse en estado plástico y sin endurecimiento.
- Concreto ligero: se elabora con agregado ligero, el volumen unitario del concreto a los 28 días de edad se ubica en el rango de 1,440 a 1,850 kg/m<sup>3</sup> y la resistencia a la compresión es mayor de 17.2 MPa.

<sup>21</sup> IMCYC. Tipos de concreto. Obtenido de IMCYC. [En línea]. Disponible en: [imcyc.com/.../ArchivosPDF/Tipos%20de%20concreto/Tipos%20de%20Concreto.pdf](http://imcyc.com/.../ArchivosPDF/Tipos%20de%20concreto/Tipos%20de%20Concreto.pdf). 2004

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

- Concreto compactado con rodillos: es un concreto dosificado para soportar el tránsito de equipo de compactación externa sobre la superficie.
- Concreto expansivo: se utiliza para minimizar el agrietamiento causado por la contracción por secado en losas de concreto, pavimentos, pisos, productos prefabricados, productos postensados y estructuras.
- Concreto de alta resistencia: concreto con resistencia a la compresión para diseño excede 41MPa
- Concreto reforzado con fibra: El concreto reforzado con fibras se elabora con cemento portland, agua, agregado mineral y fibras cortas que contiene o no aditivos.
- Concreto lanzado: mortero o concreto que es lanzado a gran velocidad por medios neumáticos sobre una superficie.
- Concreto fresco: también conocido como hormigón. Es el concreto mezclado hasta el momento en que termina el acabado en la superficie final.

Dentro de las propiedades del concreto fresco se encuentran<sup>22</sup>:

- Fluidez y consistencia: capacidad de dejarse manejar y de fluir dentro de las formaletas y alrededor de refuerzo con asistencia del equipo de compactación.
- Compactación: para remover el aire atrapado durante el mezclado.
- Estabilidad o cohesividad: el concreto debe permanecer homogéneo y uniforme.

---

<sup>22</sup> Docentes Unal. Propiedades del concreto fresco. Obtenido de Docentes Unal. [En línea]. Disponible en: [http://www.docentes.unal.edu.co/asalasm/docs/Materiales\\_Construccion/Propiedades%20concreto%20fresco.pdf](http://www.docentes.unal.edu.co/asalasm/docs/Materiales_Construccion/Propiedades%20concreto%20fresco.pdf). [Citado el 20 de 01 de 2012]

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
---	---	-----------------------------------

**6.1.2 Manual de guías de laboratorio enfocadas al control de calidad de materiales y tecnología del concreto.** El presente artículo autoría de Diego Anatolio Rodríguez Rairan y Julián Alonso Gómez Calderón publicado en septiembre de 2002 tiene como finalidad la investigación y elaboración de un Manual de Guías de Laboratorio enfocadas al Control de Calidad de Materiales y Tecnología de Concreto. El autor refiere que un manual de guías de laboratorio es de gran importancia ya que constituye un material de apoyo para las asignaturas que tengan relación con el manejo de materiales para concreto hidráulico, y que sirve de herramienta de consulta para todos los estudiantes de Ingeniería Civil y carreras afines. Estas guías de laboratorio especifican los procedimientos para cada ensayo y también los materiales que son objeto de estudio de acuerdo con las normas técnicas colombianas.

La seccional colombiana del Instituto Americano de Concreto ACI, en su ánimo de fomentar la educación, la técnica y la investigación científica, ofrece varios programas de certificación dirigidos a ingenieros, arquitectos, supervisores y todo personal involucrado en la construcción. Tales son: técnico en ensayo de agregados. Nivel 1 y 2; técnico en ensayos de campo al concreto; técnico en ensayos de resistencia al concreto; técnico en ensayos de concreto en laboratorio, nivel 1 y 2; entre otros.

**6.1.3 Control de calidad al concreto.** El presente artículo fue elaborado por Eduardo De J. Vildaud Quintana ingeniero civil magister en ingeniería civil e Ingrid N Vildaud Quintana ingeniera civil con doctorado en ciencias.

Los autores refieren que el control de calidad en la producción y en la recepción, es regulado el proceso por la administración, encargada de establecer y hacer cumplir las especificaciones del material y cada uno de sus componentes y que las

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

estructuras del concreto armado construidas suelen diferir de las proyectadas. En este sentido, el grado de concordancia entre ambas, está considerado como un índice de la calidad en su ejecución.

El concreto en obra resulta un material sujeto a la influencia de numerosas variables, como pueden ser: las características y variabilidad de cada uno de sus componentes (cemento, agregados, agua, adiciones minerales y aditivos químicos); las tecnologías de dosificación, mezclado, transporte, vertido y curado, y, por último, las variaciones inherentes a la elaboración y manipulación de los especímenes y los métodos de ensayo. se trata de un material de construcción muy singular pues exhibe propiedades como: ser heterogéneo y anisotrópico; que puede ser elaborado, entregado y colocado en obra en estado fresco y en condiciones en las que no es posible siquiera constatar si tendrá un adecuado desempeño. Esta es la razón por la que, si se desean mantener las propiedades del concreto de un rango aceptable, es preciso establecer un determinado nivel de control de calidad.

**6.1.4 Control de calidad del concreto en obra.** El presente artículo fue elaborado por Argos por medio de información recopilada y adaptada por asesoría técnica argos.

Refiere que el concreto es una masa endurecida de materiales heterogéneos y sus propiedades están sujetas a una gran cantidad de variables, las cuales dependen de los materiales que lo constituyen y de los procedimientos de producción, transporte y colocación del concreto. Por esta razón, es muy importante la elaboración y cumplimiento de un plan de control de calidad para el concreto y los materiales que lo componen, con el fin de poder predecir las propiedades del concreto en estado endurecido y garantizar que se cumpla con las especificaciones (necesidades) previamente definidas al menor costo posible.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

El control de calidad lo podemos definir como el conjunto de operaciones y decisiones que se toman con el propósito de cumplir el objeto de un contrato y de cierta forma comprobar el cumplimiento de los requisitos exigidos, para ello se debe verificar los procedimientos que tienen que ver con las Normas Técnicas Colombianas y con el Código Sismo Resistente (NSR – 10).

Otro artículo a tener en cuenta es el del Ing. Oscar Patiño- Jefe Lab. Ensayo de Materiales Ing. Rosalín Méndez Ayudante de Investigación III Laboratorio de Ensayo de Materiales Centro Experimental de Ingeniería Universidad Tecnológica de Panamá.

En las aplicaciones de ingeniería se utilizan herramientas y procedimientos científicos para evaluar la calidad de un producto. Como herramientas podemos señalar los equipos de producción y los instrumentos de laboratorio; como procedimientos, los planes de calidad y las normas. Una mezcla de concreto puede prepararse utilizando diversos mecanismos de mezclado, sin embargo, los requisitos de calidad pueden ser alcanzados si se cumplen rigurosamente con cada etapa del proceso, desde la selección de los componentes individuales hasta su instalación en obra, incluyendo el curado y las pruebas de laboratorio. Con frecuencia se observa la evaluación de núcleos de concreto o pruebas no destructivas de importantes elementos estructurales, debido a dudas razonables sobre su resistencia. Este trabajo intenta una reflexión sobre las normas para la adecuada producción de un concreto, que cumpla con la calidad solicitada en un proyecto. Al final se presenta un ejemplo de un proyecto real, donde el concreto suministrado puede considerarse fuera de control desde el punto de vista de la resistencia especificada.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

Las dudas sobre la resistencia de un concreto conllevan a consecuencias poco deseadas, ya que las investigaciones que se tienen que realizar introducen demoras y en ocasiones reparaciones, cuyos costos finalmente deben ser asumidos por una de las partes interesadas. Para asegurar que el concreto suministrado en un proyecto cumpla con los parámetros especificados, debe conducirse un programa de calidad fundamentado en normas y procedimientos estadísticos.

Con este trabajo se proporciona una guía sobre el estado del arte para el control de calidad del concreto. Los planteamientos están acompañados fórmulas y parámetros de control estadístico. Inicialmente se plantea el concepto de calidad, seguido de los criterios para el diseño de una mezcla de concreto y los factores que producen variabilidad en la mezcla. Se enfoca la calidad desde el punto de vista de la durabilidad y resistencia. Posteriormente, se plantean los parámetros estadísticos que se utilizan en el diseño y control de calidad del concreto. Finalmente se plantean los límites permitidos, según las normas, para determinar el grado de calidad del concreto, incluyendo ejemplos de situaciones reales.

**6.1.5 Concepto básico de Calidad.** Es un proceso para alcanzar una característica que satisface el requerimiento deseado. Esta característica puede ser cualitativa o cuantitativa. En tiempos actuales, donde las relaciones humanas han perfeccionado los criterios para la oferta de productos y servicios, el concepto de calidad también ha sido perfeccionado. En la década de los 80's se planteó como paradigma que la calidad consistía en brindar al cliente un nivel de satisfacción más allá de lo que pide; más recientemente, desde los 90's, se considera calidad como la búsqueda permanente de la excelencia.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

En la actualidad podría considerarse calidad como sinónimo de excelencia. En el caso del concreto se puede alcanzar los requisitos de calidad, siempre que se cumpla rigurosamente con la calidad requerida en una de las etapas; es decir: (a) Componentes individuales, (b) Procedimientos de diseño, (c) Técnicas de producción, (d) Transporte, colocación y proceso de el de mejor calidad será el que presente mejores características con respecto a las especificaciones solicitadas; (2) A iguales características, el producto de mejor calidad será el de menor precio curado y (e) Muestreo y pruebas de laboratorio. La calidad está estrechamente relacionada con los costos, mediante el criterio costo beneficio. Esto puede ser evaluado de la siguiente manera: (1) A igualdad de precios.

La calidad del concreto depende en gran medida de la calidad de la pasta. En un concreto elaborado adecuadamente, cada partícula de agregado está completamente cubierta con pasta, así como también todos los espacios entre partículas de agregado. Para cualquier conjunto específico de materiales y de condiciones de curado, la cantidad de concreto endurecido está determinada por la cantidad de agua utilizada en relación con la cantidad de cemento. A continuación, se presenta algunas ventajas que se obtienen al reducir el contenido de agua:

- Se incrementa la resistencia a la compresión y a la flexión.
- Se tiene menor permeabilidad, y por ende mayor hermeticidad y menor absorción.
- Se incrementa la resistencia al intemperismo.
- Se logra una mejor unión entre capas sucesivas y entre el concreto y el esfuerzo.
- Se reducen las tendencias de agrietamientos por contracción.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

**6.1.6 Ensayos del concreto fresco.** Dentro del proceso de control de calidad del cemento fresco es importante tener en cuenta el asentamiento, la temperatura, la densidad y el contenido del aire. En primer lugar, debe realizarse un muestreo basándose en las normas NTP 339.036 y ASTM C-172. Seguido a ello se debe determinar la temperatura. Luego se debe verificar el asentamiento con el equipo necesario. Así mismo, se debe revisar el peso unitario para determinar el PUCF (kg/m<sup>3</sup>) y el rendimiento. Seguido a ello debe verificarse que el contenido del aire no ocupe más del 3% del volumen de la mezcla. Finalmente debe almacenarse.

Con los ensayos del concreto se debe lograr que dure el suficiente tiempo mientras es transportado, vertido, colocado y compactado sin observarse fraguado. Así mismo, el cemento debe poder ser bombeado sin sufrir segregación ni provocar tapado. También debe garantizarse que cumpla con la resistencia de diseño y que no sufra degradación que limite su durabilidad.

Uno de los ensayos más conocidos para verificar la calidad del concreto fresco es el Cono de Abrams. Este permite medir la consistencia del concreto, es decir, el grado de fluidez de la mezcla, así como el asentamiento en cm.

**6.1.7 Propiedades del concreto fresco.** Como propiedades del concreto fresco se destaca:

- **Trabajabilidad:** capacidad para ser colocado y compactado adecuadamente. Se mide a través de la compacidad, cohesividad, plasticidad y consistencia o movilidad.
- **Manejabilidad:** Facilidad con que el concreto fresco puede ser mezclado, manejado, transportado, colocado, compactado y terminado sin perder su homogeneidad.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

- **Segregación:** es la separación de sus componentes después de ser amasado.
- **Exudación o sangrado:** es una forma de segregación o sedimentación.

## 6.2 MARCO CONCEPTUAL

**Aditivo:** Material distinto del agua, de los agregados o del cemento hidráulico, utilizado como componente del concreto y que se añade a este antes o durante su mezclado a fin de modificar sus propiedades<sup>23</sup>.

**Agregado:** Material granular, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulicos<sup>24</sup>.

**Autoridad competente:** El funcionario u otra autoridad competente, encargada de administrar y hacer cumplir el Reglamento NSR-10 o su representante debidamente autorizado<sup>25</sup>.

**Concreto:** Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos<sup>26</sup>.

---

<sup>23</sup> NSR 10, Reglamento colombiano de construcción sismo resistente. Título C, Concreto estructural, Pág. C28.

<sup>24</sup> *Ibíd.*

<sup>25</sup> *Ibíd.*

<sup>26</sup> *Ibíd.*

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

**Concreto completamente liviano:** Concreto de peso liviano que contiene agregado fino y grueso de peso liviano, y que cumple con lo especificado en NTC 4045<sup>27</sup>.

**Concreto de peso normal:** Concreto que contiene agregados que cumplen con lo especificado en NTC 174<sup>28</sup>.

**Concreto liviano:** Concreto con agregado liviano que tiene una densidad de equilibrio, tal como la define NTC 4022 entre 1440 y 1840 kg/m<sup>3</sup>.

**Concreto estructural:** Todo concreto utilizado con propósitos estructurales incluyendo concreto simple y reforzado<sup>29</sup>.

**Curado:** Proceso por medio del cual el concreto endurece y adquiere resistencia, una vez colocado en su posición final<sup>30</sup>.

**Control de calidad:** Acciones que se toman para controlar el producto final y las materias primas, provee una forma clara de identificar los aspectos que se deben controlar para mejorar y obtener un buen producto<sup>31</sup>.

**Durabilidad del concreto:** Capacidad del concreto para resistir la acción de los agentes externos de carácter meteorológico, ataque químico, abrasión u otros factores durante sus condiciones de servicio<sup>32</sup>.

---

<sup>27</sup> *Ibíd.*

<sup>28</sup> *Ibíd.*

<sup>29</sup> *Ibíd.*

<sup>30</sup> *Ibíd.*

<sup>31</sup> Blog.360. NTC-396. [En línea]. Disponible en: <http://blog.360gradosenconcreto.com/explandict/durabilidad-del-concreto/>

<sup>32</sup> *Ibid*

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

**Ensayo a tracción:** Este método de ensayo busca conocer el desempeño del concreto cuando es sometido a tensión indirecta. Se realiza colocando una carga sobre el área longitudinal del espécimen hasta que presente la respectiva falla. También es conocido como ensayo de tensión indirecta en el concreto<sup>33</sup>.

**Espécimen:** Muestra tomada del concreto o mortero en estado fresco, que se usa generalmente para comprobar la resistencia del material. Se suelen tomar varias muestras generalmente dos o tres por edad, de un solo producto para comprobar la evolución de la resistencia hasta su edad de cumplimiento<sup>34</sup>.

**Fraguado:** Es el fenómeno que permite al concreto obtener cierta rigidez la cual crece progresivamente con el paso de las horas. Inicia desde el momento en el cual el cemento y el agua se fusionan. Se define en dos etapas conocidas como fraguado inicial y fraguado final<sup>35</sup>.

**Inspección:** Observación, verificación y documentación apropiada de los materiales, instalación, fabricación, erección o colocación de los componentes y conexiones para asegurarse que cumplen con los documentos de construcción y las normas referidas en ello<sup>36</sup>.

**Patología:** Especialidad dedicada al estudio de las estructuras de concreto, analizando sus comportamientos y los factores que las afectan. Estudio de los resultados de ensayos especiales que permiten a un grupo de trabajo con diferentes

---

<sup>33</sup> Ibid

<sup>34</sup> Ibid

<sup>35</sup> Ibid

<sup>36</sup> ACI 318S-14

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
---	---	-----------------------------------

especialidades, buscar la mejor alternativa para recuperar la vida útil de una estructura<sup>37</sup>.

**Obra:** Toda la construcción o partes identificables separadamente que se debe construir de acuerdo con los documentos del contrato<sup>38</sup>.

**Relación agua-materiales cementante:** Relación entre la masa de agua, excluyendo la absorbida por el agregado, y la masa de materiales cementantes en una mezcla, denominada como un decimal<sup>39</sup>

### 6.3 MARCO LEGAL

Para el abordaje del marco legal, se hace la identificación de Normas Técnicas Colombianas – NTC que son de obligatoriedad para la aplicación del “Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente, adoptado mediante el Decreto 926 de 2010.

- NTC 454 Toma de muestras de concreto
- NTC 396 Ensayo de asentamiento del concreto
- NTC 5222 Ensayo de flujo libre del concreto
- NTC 550 Elaboración y curado de especímenes de obra
- NTC 1377 Elaboración y curado de especímenes de laboratorio
- NTC 673 Ensayo de resistencia a compresión de cilindros

<sup>37</sup> Blog.360. NTC-396. [En línea]. Disponible en: <http://blog.360gradosenconcreto.com/explandict/durabilidad-del-concreto/>

<sup>38</sup> NSR 10, Reglamento colombiano de construcción sismo resistente. Título C, Concreto estructural, Pág. C28.

<sup>39</sup> ACI 318S-14

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

- NTC 2275 Evaluación estadística de la resistencia
- NTC 3756 Estimación resistencia in situ (Madurez-calorimetría in situ)
- NTC 3318 Producción de concreto
- NTC 5551 Durabilidad de concreto (prescriptiva)
- NTC 890: 1995Tiempo de fraguado del concreto por resistencia a la penetración

Por otra parte, se encuentra las normas ASTM, que son aplicables en caso que Colombia no cuente con NTC, a saber:

- C31 Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field.
- C33 Specification for Concrete Additives
- C39 Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
- C143 Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete
- C150 Specifications for Portland Cement
- C172 Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete
- C173 Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Volumetric Method
- C231 Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method
- C260 Specification for Air-Entraining Admixtures for Concrete
- C567 Test Method for Unit Weight of Structural Lightweight Concrete

A su vez existen las normas American Concrete Institute - ACI, que definen el diseño y construcción del concreto, dentro de ellas se resaltan:

- CP-2 Concrete Field Testing Technician, Grade I

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
---	---	-----------------------------------

- 211.1 Recommended Practice for Selecting Proportions for Normal and Heavyweight Concrete
- 211.2 Recommended Practice for Selecting Proportions for Structural Lightweight Concrete
- 301 Specifications for Structural Concrete in Buildings
- 318 Commentary on Building Code Requirements for Reinforced Concrete

Por último, en Colombia hay entidades que son influyentes en lo relacionado en el tema del concreto, dentro del cual se resalta el Manual de diseño de concreto del Instituto nacional de vías – INVIAS, el cual puede reglamentar dentro de los principios legales aplicables al país y hacerlo obligatorio dentro de los contratos o proyectos que desarrolle es así que reglamenta los siguientes ensayos:

- INV E- 401-13 Toma de muestra de concreto fresco.
- INV E- 403-13 Refrentado de cilindros de concreto.
- INV E- 404-13 Asentamiento del concreto de cemento hidráulico.
- INV E- 406-13 Contenido de aire en el concreto fresco por el método de presión
- INV E- 423-13 Medición de la temperatura del concreto hidráulico recién mezclado.

Esta norma también incluye los procedimientos para tomar muestras en mezcladoras estacionarias, mezcladoras de pavimentación y camiones mezcladores (mixers), y en equipos agitadores o no agitadores usados para transportar el concreto mezclado de una central (planta) de producción<sup>40</sup>.

---

<sup>40</sup> INVIAS. Norma INV E-401-07. Bogotá, Colombia: INVIAS. [2007]

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

## 7. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se identifican las siguientes etapas, a saber:

### 7.1 ETAPA DE REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para el desarrollo metodológico del anteproyecto se inicia con la revisión de referentes bibliográficos para conocer conceptos, metodologías, protocolos utilizados en la toma de muestras a concretos, para ello se realizará una bibliometría teniendo como conectores de búsqueda control de calidad en concretos, normas técnicas colombianas relacionadas con los concretos, muestras o ensayos de concretos, entre otros.

### 7.2 ETAPA DE RECOLECCIÓN DE EVIDENCIAS

En segundo lugar a partir del desarrollo de la visita a la planta de CEMEX México, se hará la recolección de información acerca del tema en estudio para hacer un análisis comparativo identificando aspectos comunes y diferenciales con referencia a la toma de muestras de concreto en los países de Colombia y México y los criterios utilizados o definidos para el control de la calidad del producto, para esta actividad se aplicará un cuestionario dirigido a un colaborador de la empresa CEMEX México, en el cual se enfatizará acerca de los controles de calidad utilizados para el

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

concreto.

### **7.3 ETAPA DE CLASIFICACIÓN Y APROPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

En esta etapa se revisará la información actual sobre las normativas de los procesos de ensayo de caracterización para el control de calidad del concreto en estado fresco, tanto a nivel nacional como internacional. Así mismo, se identificará las recomendaciones internacionales, nacionales –de México y Colombia- sobre este proceso.

### **7.4 ETAPA DE ANÁLISIS**

Una vez se cuente con la información recopilada por diferentes vías como son visita internacional, revisión bibliográfica, se establecerá un análisis comparativo de los estándares de calidad a concretos definidos en normas legales o técnicas aplicables en cada país.

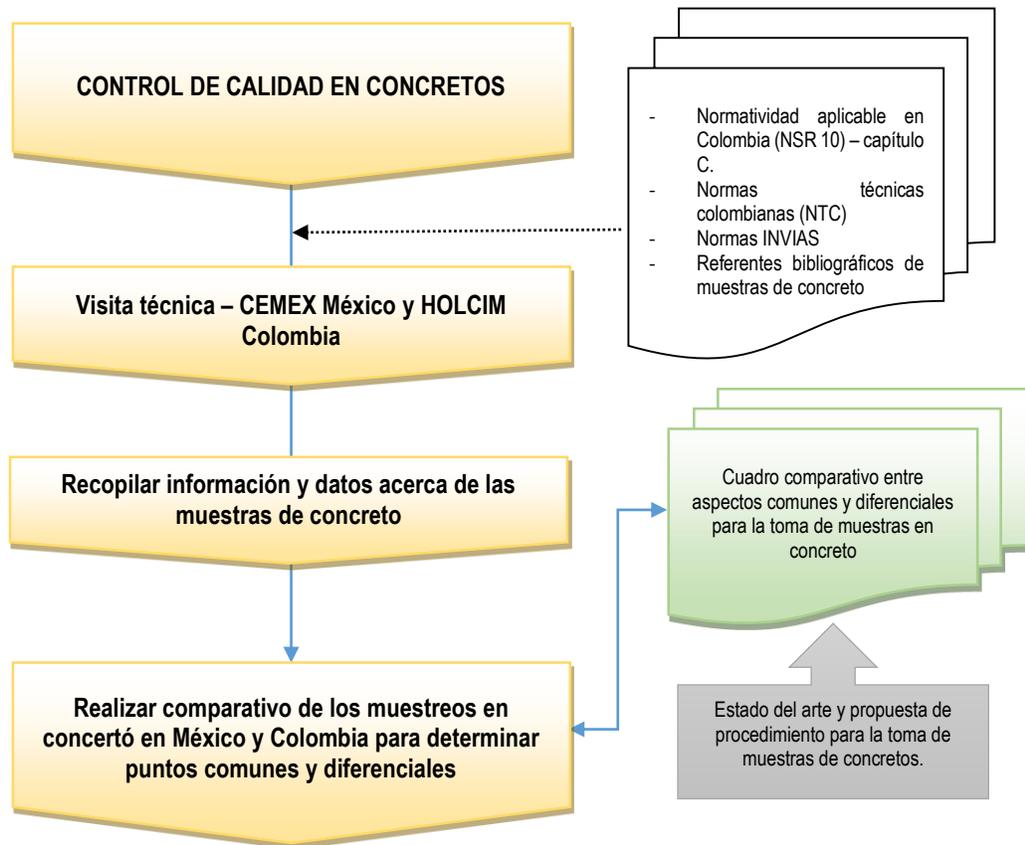
### **7.5 ETAPA DE DOCUMENTACIÓN FINAL**

De la información recogida en las etapas anteriores, se conformará la propuesta final y se entregará un estado del arte relacionado con los controles de calidad

realizados a los concretos y su propuesta de mejora escrito en un procedimiento referente a la toma de muestras para garantizar la calidad del producto.

La ejecución de esta investigación ira de la mano con el seguimiento semanal que se tenga entre el director y el estudiante. Se revisarán avances, resultados, dudas e inconvenientes.

**Figura 3. Esquema metodológico**



Fuente: Elaboración propia

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

## 8. RESULTADOS VISITA TÉCNICA INTERNACIONAL

Durante la visita técnica, realizada a la planta de cemento y concreto Barrientos en la ciudad de México D.F. en marzo de 2018, se determinaron cuáles son los procedimientos para la elaboración y control de calidad del concreto.

### 8.1 PROCEDIMIENTOS PARA ELABORACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DEL CEMENTO Y CONCRETO

En la visita técnica internacional, se obtuvo la información de las normas aplicadas a la elaboración y el control de calidad, tanto del cemento como del concreto, en las plantas de producción en México. De acuerdo con lo anterior, a continuación, se indican cuáles son las normas que se tienen en cuenta para estos procesos:

**Tabla 1. Normas aplicadas en la elaboración y control de calidad del concreto – norma mexicana**

CLAVE (CÓDIGO)	DESCRIPCIÓN
NMX-B-068-1991	Prueba de relajamiento isotérmico para alambres barras y cables para concreto presforzado
NMX-B-434-1969	Método de prueba para determinar el peso unitario y el área transversal de las varillas lisas y corrugadas, para refuerzo de concreto
NMX-C-020-1981	Industria de la construcción - concreto reforzado - tubos - especificaciones



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO**

FECHA: 2018  
VERSIÓN 00

CLAVE (CÓDIGO)	DESCRIPCIÓN
NMX-C-077-1997-ONNCCE	Industria de la construcción - agregados para concreto - análisis granulométrico - método de prueba. Tii: building industry - aggregates for concrete - granulometric analysis - method of test
NMX-C-083-ONNCCE-2014	Industria de la construcción-concreto-determinación de la resistencia a la compresión de especímenes-método de ensayo.
NMX-C-089-1997-ONNCCE	Industria de la construcción-concreto-determinación de las frecuencias fundamentales, transversal, longitudinal y torsional de especímenes de concreto. Tii: determination of the fundamental, transversal, longitudinal and torsional frequencies of concrete.
NMX-C-090-1978	Método de prueba para aditivos expansores y estabilizadores de volumen del concreto
NMX-C-105-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-concreto hidráulico ligero para uso estructural-determinación de la masa volumétrica.
NMX-C-109-ONNCCE-2013	Industria de la construcción-concreto hidráulico-cabeceo de especímenes.
NMX-C-112-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-concreto hidráulico presforzado-terminología.
NMX-C-122-ONNCCE-2004	Industria de la construcción-agua para concreto-especificaciones.
NMX-C-128-ONNCCE-2013	Industria de la construcción-concreto sometido a compresión-determinación del módulo de elasticidad estático y relación de poisson.
NMX-C-146-ONNCCE-2000	Industria de la construcción-aditivos para concreto puzolana natural cruda o calcinada y ceniza volante para usarse como aditivo mineral en concreto de cemento portland-especificaciones.
NMX-C-148-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-cementos y concretos hidráulicos-gabinetes, cuartos húmedos y tanques de almacenamiento-condiciones de diseño y operación.
NMX-C-154-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-concreto hidráulico-determinación del contenido de cemento en concreto endurecido.
NMX-C-155-ONNCCE-2014	Industria de la construcción-concreto hidráulico-dosificado en masa especificaciones y métodos de ensayo.
NMX-C-156-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-concreto hidráulico-determinación del revenimiento en el concreto fresco.

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	<b>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</b>	<b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 00</b>
---	---	---

CLAVE (CÓDIGO)	DESCRIPCIÓN
NMX-C-157-ONNCCE-2006	Industria de la construcción-concreto-determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión.
NMX-C-158-ONNCCE-2006	Industria de la construcción-concreto-determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método volumétrico.
NMX-C-159-ONNCCE-2016	Industria de la construcción-concreto-elaboración y curado de especímenes de ensayo.
NMX-C-161-ONNCCE-2013	Industria de la construcción-concreto fresco –muestreo.
NMX-C-162-ONNCCE-2014	Industria de la construcción–concreto hidráulico-determinación de la masa unitaria, cálculo del rendimiento y contenido de aire del concreto fresco por el método gravimétrico.
NMX-C-163-1997-ONNCCE	Industria de la construcción - concreto - determinación de la resistencia a la tensión por compresión diametral de cilindros de concreto. Tii: building industry - concrete - determination of the tensile strength by diametral compression of concrete
NMX-C-177-1997-ONNCCE	Industria de la construcción - concreto - determinación del tiempo de fraguado de mezclas de concreto mediante la resistencia a la penetración. Tii: building industry - concrete - determination of time of setting of concrete mixtures by penetration res
NMX-C-191-ONNCCE-2015	Industria de la construcción-concreto-determinación de la resistencia a la flexión del concreto usando una viga simple con carga en los tercios del claro.
NMX-C-192-ONNCCE-2006	Industria de la construcción-concreto-determinación del número de rebote utilizando el dispositivo conocido como esclerómetro.
NMX-C-196-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-agregados-determinación de la resistencia a la degradación por abrasión e impacto de agregados gruesos usando la máquina de los ángeles.
NMX-C-199-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-aditivos para concreto-terminología y clasificación en concreto hidráulico y mortero.
NMX-C-205-ONNCCE-2005	Industria de la construcción-concreto-determinación de la resistencia del concreto a la congelación y deshielo acelerados.
NMX-C-219-ONNCCE-2005	Industria de la construcción-concreto-resistencia a la compresión a edades tempranas y predicción de la misma a edades posteriores-método de prueba.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO**

**FECHA: 2018  
VERSIÓN 00**

CLAVE (CÓDIGO)	DESCRIPCIÓN
NMX-C-221-ONNCCE-2005	Industria de la construcción-longitud de los corazones de concreto-método de prueba.
NMX-C-235-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-concreto hidráulico-determinación de la resistencia a la compresión empleando porciones de vigas ensayadas a flexión-método de ensayo.
NMX-C-236-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-concreto hidráulico-practica para examinar y muestrear el concreto endurecido en el sitio de colado.
NMX-C-237-1985	Industria de la construcción - aditivos para concreto determinación de la adherencia de los sistemas de resinas epóxicas empleadas en el concreto
NMX-C-241-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-sistemas de adhesivos a base de resinas epóxicas para concreto hidráulico-especificaciones y método de ensayo.
NMX-C-243-ONNCCE-2005	Industria de la construcción-concreto-prueba de resistencia al cortante en concreto endurecido.
NMX-C-245-1986	Industria de la construcción - agregados - determinación de las correcciones en masa por la humedad de los agregados en dosificaciones de mezclas de concreto
NMX-C-251-1997-ONNCCE	Industria de la construcción - concreto - terminología.
NMX-C-263-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-concreto hidráulico endurecido-determinación de la masa específica, absorción y vacíos.
NMX-C-265-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-agregados para concreto hidráulico-examen petrográfico-método de ensayo.
NMX-C-270-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-agregados-determinación de la resistencia al rayado de las partículas del agregado grueso.
NMX-C-275-ONNCCE-2004	Industria de la construcción-concreto-determinación de la velocidad de pulso a través del concreto-método de ultrasonido.
NMX-C-281-1985	Industria de la construcción - concreto - moldes para elaborar especímenes cilíndricos de concreto verticalmente para pruebas.
NMX-C-282-ONNCCE-2004	Industria de la construcción-agregados para concreto-cambio de volumen de combinaciones cemento-agregado-método de prueba.
NMX-C-283-1982	Industria de la construcción - agua para concreto - análisis



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO**

**FECHA: 2018  
VERSIÓN 00**

CLAVE (CÓDIGO)	DESCRIPCIÓN
NMX-C-290-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-concreto hidráulico-determinación del curado acelerado para el ensayo a compresión de especímenes.
NMX-C-296-ONNCCE-2000	Industria de la construcción-concreto-determinación del sangrado-método de prueba.
NMX-C-298-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-aditivos para concreto hidráulico-determinación de la efectividad de las adiciones cementantes hidráulicas y aditivos químicos para prevenir o mitigar la expansión del concreto debido a la reacción álcali – sílice-
NMX-C-299-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-concreto hidráulico estructural-agregados ligeros-especificaciones y métodos de ensayo.
NMX-C-301-1986	Industria de la construcción - concreto endurecido - determinación de la resistencia a la penetración
NMX-C-302-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-concreto hidráulico fresco-determinación de la masa por unidad de volumen de los agregados, mediante la deshidratación con alcohol.
NMX-C-303-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-concreto hidráulico-determinación de la resistencia a la flexión usando una viga simple con carga en el centro del claro.
NMX-C-305-ONNCCE-2016	Industria de la construcción-agregados para concreto-descripción de sus componentes minerales naturales.
NMX-C-340-1986	Industria de la construcción - tubos de concreto presforzado toma de muestras de agua para su análisis y para evaluar parámetros potencialmente agresivos a la tubería.
NMX-C-346-1987	Industria de la construcción - tubos de concreto presforzado - evaluación de parámetros potencialmente agresivos.
NMX-C-348-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-agregados-determinación del manchado en el concreto hidráulico.
NMX-C-356-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-aditivos para concreto hidráulico-cloruro de calcio, especificaciones y métodos de ensayo.
NMX-C-365-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-aditivos para concreto -morteros hidráulicos predosificados sin contracción-métodos de ensayo.
NMX-C-435-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-concreto hidráulico-determinación de la temperatura del concreto fresco.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO**

**FECHA: 2018  
VERSIÓN 00**

CLAVE (CÓDIGO)	DESCRIPCIÓN
NMX-C-436-ONNCCE-2004	Industria de la construcción-agregados para concreto-coeficiente volumétrico (de forma) en agregado grueso-método de prueba.
NMX-C-469-ONNCCE-2013	Industria de la construcción-concreto hidráulico-uso de casquetes no adheridos para la determinación de la resistencia a compresión de cilindros de concreto endurecido-método de preparación.
NMX-C-470-ONNCCE-2015	Industria de la construcción-concreto-método estándar para determinar la capacidad de paso del concreto autoconsolidable por medio del anillo "j"
NMX-C-471-ONNCCE-2013	Industria de la construcción-concreto hidráulico-determinación de la segregación estática de concreto autoconsolidable por el procedimiento de la columna.
NMX-C-472-ONNCCE-2013	Industria de la construcción-concreto-determinación del flujo de revenimiento del concreto autoconsolidable-método de ensayo.
NMX-C-481-ONNCCE-2014	Industria de la construcción-concreto-determinación rápida de la segregación estática en concreto autoconsolidable mediante el ensayo de penetración-método de ensayo.
NMX-C-492-ONNCCE-2017	Industria de la construcción concreto autoconsolidable especificaciones
NMX-C-495-ONNCCE-2015	Industria de la construcción-durabilidad de estructuras de concreto reforzado-medición de potenciales de corrosión del acero de refuerzo sin revestir, embebido en concreto-especificaciones y método de ensayo.
NMX-C-501-ONNCCE-2015	Industria de la construcción-durabilidad de estructuras de concreto reforzado-medición de velocidad de corrosión en campo especificaciones y método de ensayo.
NMX-C-504-ONNCCE-2015	Industria de la construcción-determinación de la absorción capilar en concreto hidráulico-método de ensayo.
NMX-C-505-ONNCCE-2016	Industria de la construcción-inspección preliminar de daños en estructuras de concreto hidráulico con criterios de durabilidad-procedimientos
NMX-C-514-ONNCCE-2016	Industria de la construcción-resistividad eléctrica del concreto hidráulico-especificaciones y métodos de ensayo.
NMX-C-515-ONNCCE-2016	Industria de la construcción-concreto hidráulico-durabilidad-determinación de la profundidad de carbonatación en concreto hidráulico-especificaciones y método de ensayo



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO**

**FECHA: 2018  
VERSIÓN 00**

CLAVE (CÓDIGO)	DESCRIPCIÓN
NMX-C-518-ONNCCE-2016	Industria de la construcción–durabilidad de estructuras de concreto reforzado–origen del deterioro–procedimientos de preparación y limpieza de superficies para reparación
NMX-C-523-ONNCCE-2016	Industria de la construcción–durabilidad de estructuras de concreto reforzado–concentración de cloruros solubles en agua y ácido–determinación en concreto hidráulico–método de extracción y método de determinación por ion selectivo.
NMX-C-531-ONNCCE-2017	Industria de la construcción durabilidad del concreto–determinación de penetración de cloruros libres en el sitio de obra en estructuras de concreto reforzado método de ensayo.
NMX-C-535-ONNCCE-2017	Industria de la construcción concreto reforzado con Microfibras determinación del desempeño por flexión utilizando la viga con carga en el tercio medio método de ensayo.
NMX-C-538-ONNCCE-2017	Industria de la construcción concreto reforzado con Microfibras determinación de la resistencia al agrietamiento, tenacidad y resistencia residual a tensión método de ensayo.
NMX-C-539-ONNCCE-2017	Industria de la construcción–concreto reforzado con microfibras–determinación de la tenacidad a la flexión utilizando el panel circular con carga central–método de ensayo.
PROY-NMX-C-084-ONNCCE-2017	Industria de la construcción–agregados para concreto–partículas más finas que la criba 0,075 mm (no. 200) por medio de lavado–método de ensayo.
PROY-NMX-C-111-ONNCCE-2017	Industria de la construcción–agregados para concreto hidráulico–especificaciones y métodos de ensayo.
PROY-NMX-C-192-ONNCCE-2017	Industria de la construcción–concreto–determinación del número de rebote utilizando el dispositivo conocido como esclerómetro–método de ensayo.
PROY-NMX-C-283-ONNCCE-2017	Industria de la construcción–agua para concreto–métodos de prueba.
PROY-NMX-C-492-ONNCCE-2016	Industria de la construcción–concreto–concreto autoconsolidable–especificaciones.
PROY-NMX-C-531-ONNCCE-2016	Industria de la construcción–durabilidad del concreto - determinación de penetración de cloruros libres en el sitio de obra en estructuras de concreto reforzado–método de ensayo.

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	<b>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</b>	<b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 00</b>
---	---	---

CLAVE (CÓDIGO)	DESCRIPCIÓN
PROY-NMX-C-535-ONNCCE-2016	Industria de la construcción-concreto reforzado con macrofibras-determinación del desempeño por flexión utilizando la viga con carga en el tercio medio-método de ensayo.
PROY-NMX-C-538-ONNCCE-2016	Industria de la construcción-concreto reforzado con macrofibras-determinación de la resistencia al agrietamiento, tenacidad y resistencia residual a tensión-método de ensayo.
PROY-NMX-C-539-ONNCCE-2016	Industria de la construcción-concreto reforzado con macrofibras-determinación de la tenacidad a la flexión utilizando el panel circular con carga central-método de ensayo
PROY-NMX-C-553-ONNCCE-2017	Industria de la construcción-concreto-durabilidad-métodos electroquímicos de rehabilitación (intervención) especializados (realcalinización y remoción de cloruros)-especificaciones y métodos de ensayo

Fuente: Elaboración propia

## 8.2 CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO EN MÉXICO

Sin embargo, de las normas anteriormente mencionadas no todas son aplicadas en planta. Por tal motivo, se realizó la visita, con la finalidad de determinar cuáles son los ensayos utilizados en dicha planta.

Por lo tanto, de acuerdo con la visita, a continuación, se indica cuáles son los ensayos de caracterización que se utilizan en México para hacer control de calidad de la mezcla fresca de concreto. Adicionalmente, se incluyen algunos ensayos sobre la mezcla endurecida de concreto, que, aunque no hacen parte del alcance del presente proyecto se decidieron incluir, especialmente por su importancia dentro de la industria de la construcción.

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	<b>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</b>	<b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 00</b>
---	---	---

**Tabla 2. Ensayos para el control de calidad de la mezcla fresca de concreto en México**

CLAVE (CÓDIGO)	DESCRIPCIÓN
NMX-C-109-ONNCCE-2013	Industria de la construcción–concreto hidráulico–cabeceo de especímenes (cancela a la NMX-C-109-onncce-2010).
NMX-C-122-ONNCCE-2004	Industria de la construcción -agua para concreto-especificaciones (cancela a la NMX-C-122-1982).
NMX-C-156-ONNCCE-2010	Industria de la construcción -concreto hidráulico -determinación del revenimiento en el concreto fresco (esta norma cancela a la NMX-C-156-1997-onncce)
NMX-C-157-ONNCCE-2006	Industria de la construcción - concreto-determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión (cancela a la NMX-C-157-1987).
NMX-C-158-ONNCCE-2006	Industria de la construcción –concreto -determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método volumétrico (cancela a la NMX-C-158-1987).
NMX-C-161-ONNCCE-2013	Industria de la construcción -concreto fresco -muestreo (cancela a la NMX-C-161-1997-onncce).
NMX-C-162-ONNCCE-2014	Industria de la construcción–concreto hidráulico-determinación de la masa unitaria, cálculo del rendimiento y contenido de aire del concreto fresco por el método gravimétrico (cancela a la NMX-C-162-onncce-2010).
NMX-C-435-ONNCCE-2010	Industria de la construcción -concreto hidráulico -determinación de la temperatura del concreto fresco (cancela a la NMX-C-435-onncce-2004).
NMX-C-472-ONNCCE-2013	Industria de la construcción–concreto–determinación del flujo de revenimiento del concreto autoconsolidable–método de ensayo.
NMX-C-146-ONNCCE-2000	Industria de la construcción -aditivos para concreto puzolana natural cruda o calcinada y ceniza volante para usarse como aditivo mineral en concreto de cemento portland-especificaciones (cancela a la NMX-C-146-1983).
NMX-C-251-1997-ONNCCE	Industria de la construcción - concreto - terminología.
NMX-C-356-ONNCCE-2010	Industria de la construcción -aditivos para concreto hidráulico -cloruro de calcio, especificaciones y métodos de ensayo (cancela a la NMX-C-356-1988).
NMX-C-365-ONNCCE-2010	Industria de la construcción -aditivos para concreto -morteros hidráulicos predosificados sin contracción -métodos de ensayo (cancela a la NMX-C-365-1990).

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	<b>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</b>	<b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 00</b>
---	---	---

CLAVE (CÓDIGO)	DESCRIPCIÓN
PROY-NMX-C-283-ONNCCE-2017	Industria de la construcción-agua para concreto-métodos de prueba (cancelará a la NMX-C-283-1982).
NMX-C-298-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-aditivos para concreto hidráulico -determinación de la efectividad de las adiciones cementantes hidráulicas y aditivos químicos para prevenir o mitigar la expansión del concreto debido a la reacción alcali-silice
NMX-C-083-ONNCCE-2014	Industria de la construcción-concreto-determinación de la resistencia a la compresión de especímenes-método de ensayo.
NMX-C-163-1997-ONNCCE	Industria de la construcción - concreto - determinación de la resistencia a la tensión por compresión diametral de cilindros de concreto. Tii: building industry - concrete - determination of the tensile strength by diametral compression of concrete
NMX-C-191-ONNCCE-2015	Industria de la construcción-concreto-determinación de la resistencia a la flexión del concreto usando una viga simple con carga en los tercios del claro.

Fuente: Elaboración propia

### 8.3 RESUMEN RESULTADOS DE VISITA INTERNACIONAL

Durante la visita técnica internacional, se pudieron evidenciar los procesos de control de calidad del concreto en estado fresco. Estos procesos se encuentran resumidos en la siguiente tabla (los cuales son concordantes con los ensayos indicados en la sección 2.2 del presente trabajo).



**Tabla 3. Resumen de resultados de la visita técnica internacional**

CÓDIGO	TÍTULO	RESUMEN
NMX-C-157- ONNCCE-2006	Industria de la construcción – concreto - determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión	En este ensayo determinamos cambio en el volumen de la muestra de concreto con respecto al cambio de presión, esta Norma Mexicana establece el método de prueba que cubre la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Emplea dos tipos de medidores. Este método de prueba es adecuado para usarlo en concretos y morteros elaborados con agregados de masa específica igual o mayor a 2,10 kg/m <sup>3</sup> .
NMX-C-158- ONNCCE-2006	Industria de la construcción - concreto - determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método volumétrico	Establece el procedimiento para determinar el contenido de aire en el concreto fresco, elaborado en cualquier tipo de agregado, ya sea pesado, celular o ligero con tamaño máximo de 38,1 mm por el método volumétrico.
NMX-C-162- ONNCCE-2014	Industria de la construcción concreto hidráulico- determinación de la masa unitaria, cálculo del rendimiento y contenido de aire del concreto fresco por el método gravimétrico	Determina el procedimiento para la determinación de la masa unitaria, cálculo del rendimiento y contenido de aire por el método gravimétrico.  Se toma la muestra conforme a la MNX-C-161, una muestra de 1/3 del volumen del molde, vibrado con varilla compactadoras, con 25 golpes en cada capa, se golpea de 10 a 15 veces con una maceta en la parte lateral del molde, esto para eliminar los vacíos producidos cuando sale la varilla. Seguidamente se introduce la muestra en un recipiente, sometiéndola a una determinada presión entre 51 Kpa a 207 Kpa, con esto obtenemos un cambio de volumen, arrojando datos los cuales por medio de cálculos nos permite hallar el contenido de aire de la muestra.
NMX-C-435- ONNCCE-2010	Industria de la construcción - concreto hidráulico - determinación de la temperatura del concreto fresco	Consiste en determinar la temperatura del concreto en estado fresco, con termómetros que evalué intervalos de 18°C y 49 °C, debe tener un recubrimiento de 75mm de mezcla. Deje el dispositivo de medición de temperatura en la muestra de concreto fresco hasta que la lectura se estabilice y registre la temperatura. La medición de la temperatura del concreto fresco se debe llevar



CÓDIGO	TÍTULO	RESUMEN
		a cabo dentro de los cinco minutos después de obtenida la muestra.
NMX-C-122- ONNCCE-2004	Industria de la construcción - agua para concreto- especificaciones	El agua utilizada en la mezcla no debe tener agentes químicos, solidos pesados, y todos aquellos que puedan afectar el comportamiento de la mezcla.
NMX-C-156- ONNCCE-2010	Industria de la construcción - concreto hidráulico - determinación del revenimiento en el concreto fresco	Para realizar el asentamiento del concreto, se toma la muestra conforme a la NTC-454, una muestra de 1/3 del volumen del molde, vibrado con varilla compactadoras, con 25 golpes en cada capa, se retira el molde, verificando la medida vertical desde la parte superior del molde, hasta el centro superior de la mezcla, si hay un derrumbamiento o un desprendimiento lateral del concreto, se procede a repetir.
NMX-C-161- ONNCCE-2013	Industria de la construcción- concreto fresco -muestreo	Se debe tomar una mezcla homogénea en estado fresco, en varias porciones sin exceder los 15 minutos, debe ser de 28 litros, que sea preferiblemente de la mitad de bachada.
NMX-C-146- ONNCCE-2000	Industria de la construcción - aditivos para concreto puzolana natural cruda o calcinada y ceniza volante para usarse como aditivo mineral en concreto de cemento portland- especificaciones	Determina el uso de ceniza volantes y puzolanas naturales, calcinadas o crudas, que se utilizan como adiciones minerales para el concreto, las cuales se usan como puzolánico o cementantes, es necesario determinar un porcentaje para las propiedades de cada diseño de mezcla.
NMX-C-356- ONNCCE-2010	Industria de la construcción - aditivos para concreto hidráulico - cloruro de calcio, especificaciones y métodos de ensayo	Registra los materiales que son utilizados como aditivos químicos, para la mezcla de concreto hidráulico, los cuales se dividen en 7 tipos: - Tipo A: Aditivos reductores de agua. - Tipo B: Aditivos Retardantes. - Tipo C: Aditivos acelerantes - Tipo D: Aditivos reductores de agua y retardantes. - Tipo E: Aditivos reductores de agua y acelerantes. - Tipo F: Aditivos reductores de agua de alto rango. - Tipo G: Aditivo reductores de agua de alto rango y retardantes.

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	<b>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</b>	<b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 00</b>
---	---	---

CÓDIGO	TÍTULO	RESUMEN
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo F2: Superplastificante.</li> <li>- Tipo G2: Superplastificante y retardante.</li> <li>- Tipo AA: Inclusor de Aire.</li> </ul>
NMX-C-155- ONNCCE-2014	Industria de la construcción - concreto hidráulico - Dosificado en masa - Especificaciones y métodos de ensayo	Se toma la muestra conforme a la NMX-161, una muestra de 1/2 del volumen del molde, vibrado con varilla compactadoras, con 25 golpes en cada capa, en un molde cubico de 15cmX15cm. Se golpea de 10 a 15 veces con una maceta en la parte lateral del molde, esto para eliminar los vacíos producidos cuando sale la varilla. La norma NMX-C-155-ONNCCE-2014 cancelo la norma APROY-NMX-C-155-ONNCCE-2004, en la que se indican factores de correlación entre diferentes dimensiones.

Fuente: Elaboración propia

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO	FECHA: 2018 VERSIÓN 00
---	---	---------------------------

## 9. RESULTADOS VISITA TÉCNICA NACIONAL

Durante la visita técnica Nacional, realizada a la planta de concreto Barrientos de Holcim en Bogotá D.C. en abril de 2018, se determinaron cuáles son los procedimientos para la elaboración y control de calidad del concreto en el caso colombiano.

### 9.1 PROCEDIMIENTOS PARA ELABORACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DEL CEMENTO Y CONCRETO EN COLOMBIA

En la visita técnica Nacional, se obtuvo la información de las normas aplicadas a la elaboración y el control de calidad, tanto del cemento como del concreto, en las plantas de producción en Colombia. De acuerdo con lo anterior, a continuación, se indican cuáles son las normas que se tienen en Colombia para los procesos señalados.

**Tabla 4. Normas aplicadas en la elaboración y control de calidad del concreto – norma técnica colombiana**

CÓDIGO	TÍTULO
NTC 1028	Ingeniería civil y arquitectura. Determinación del contenido de aire en concreto fresco. Método volumétrico.
NTC 1032	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión
NTC 127	Concretos. Método de ensayo para determinar las impurezas orgánicas en agregado fino para concreto.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO**

FECHA: 2018  
VERSIÓN 00

<b>CÓDIGO</b>	<b>TÍTULO</b>
NTC 1294	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la exudación del concreto.
NTC 1299	Concretos. Aditivos químicos para concreto.
NTC 1329	Prefabricados en concreto. Postes de concreto para líneas de energía y telecomunicaciones
NTC 1377	Ingeniería civil y arquitectura. Elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayos en el laboratorio
NTC 1513	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para la elaboración, curado acelerado y ensayo a compresión de especímenes de concreto.
NTC 174	Concretos. Especificaciones de los agregados para concreto.
NTC 1926	Concretos. Método de ensayo para determinar la densidad (masa unitaria), el rendimiento y el contenido de aire por gravimetría del concreto
NTC 1977	Compuestos líquidos formadores de membrana de curado para el concreto.
NTC 2017	Adoquines de concreto para pavimentos.
NTC 2240	Concretos. Agregados usados en morteros de mampostería.
NTC 2275	Ingeniería civil y arquitectura. Procedimiento recomendado para la evaluación de los resultados de los ensayos de resistencia del concreto.
NTC 2871	Método de ensayo para determinar la resistencia del concreto a la flexión - utilizando una viga simple con carga en los tercios medios-.
NTC 2895	Ingeniería civil y arquitectura. Practica recomendada para el acabado de placas y sobrepisos de concreto aptos para recibir "in situ" un piso determinado.
NTC 3318	Producción de concreto.
NTC 3329	Concretos. Especificaciones del mortero para unidades de mampostería.
NTC 3356	Concretos. Mortero premezclado para mampostería.
NTC 3357	Concretos. Método de ensayo para determinar la temperatura del concreto fresco de cemento hidráulico
NTC 3380	Ingeniería civil y arquitectura. Postes de concreto pretensado centrifugado para líneas eléctricas de ferrocarriles y buses trolley.
NTC 3459	Concretos. Agua para la elaboración de concreto.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO

FECHA: 2018  
VERSIÓN 00

CÓDIGO	TÍTULO
NTC 3493	Ingeniería civil y arquitectura. Cenizas volantes y puzolanas naturales, calcinadas o crudas, utilizadas como aditivos minerales en el concreto de cemento portland.
NTC 3494	Determinación de la retención de agua de los materiales utilizados para el curado del concreto.
NTC 3502	Ingeniería civil y arquitectura. Aditivos incorporadores de aire para concreto.
NTC 3512	Cementos. Cuartos de mezclado, cámaras y cuartos húmedos y tanques para el almacenamiento de agua, empleados en los ensayos de cementos hidráulicos y concretos
NTC 3546	Concretos. Métodos de ensayo para determinar la evaluación en laboratorio y en obra, de morteros para unidades de mampostería simple y reforzada.
NTC 3658	Ingeniería civil y arquitectura. Método para la obtención y ensayo de núcleos extraídos y vigas de concreto aserradas.
NTC 3676	Métodos de ensayo para tubos y secciones de pozos de inspección prefabricados en concretos.
NTC 3689	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar el pH de una superficie de concreto o de mampostería de concreto previamente limpiada químicamente, o atacada con ácido.
NTC 3692	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para medir el número de rebote del concreto endurecido.
NTC 3693	Ingeniería civil y arquitectura. Practica para la inspección y muestreo en construcciones de concreto endurecido.
NTC 3696	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar el tiempo de fluidez del concreto reforzado con fibras a través del cono de asentamiento invertido.
NTC 3707	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para la determinación de la fluencia del concreto en compresión.
NTC 3708	Ingeniería civil y arquitectura. Uso de refrentado no adherido para la determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto endurecido.
NTC 3713	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la resistencia a compresión del concreto usando partes de vigas ensayadas a flexión.
NTC 3725	Ingeniería civil y arquitectura. Métodos nucleares para determinar en sitio la densidad del concreto fresco y endurecido.
NTC 3726	Ingeniería civil y arquitectura. Método para determinar el contenido de cemento portland del concreto hidráulico endurecido.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO

FECHA: 2018  
VERSIÓN 00

<b>CÓDIGO</b>	<b>TÍTULO</b>
NTC 3752	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar el contenido de agua en el concreto fresco.
NTC 3756	Ingeniería civil y arquitectura. Procedimiento para estimar la resistencia del concreto por el método de la madurez.
NTC 3759	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la resistencia a la penetración del concreto endurecido.
NTC 3760	Ingeniería civil y arquitectura. Concreto coloreado integralmente. Especificaciones para pigmentos.
NTC 3766	Ingeniería civil y arquitectura. Rejillas de concreto - gramoquinas - para pavimentación y control de la erosión.
NTC 3772	Ingeniería civil y arquitectura. Métodos de ensayo para determinar la resistencia al arranque del concreto endurecido.
NTC 3773	Ingeniería civil y arquitectura. Guía para la inspección petrográfica de agregados para concreto.
NTC 3774	Ingeniería civil y arquitectura. Practica estándar para la inspección petrográfica del concreto endurecido.
NTC 3789	Ingeniería civil y arquitectura. Secciones de cámaras de inspección prefabricadas en concreto reforzado.
NTC 3791	Ingeniería civil y arquitectura. Determinación microscópica de los parámetros del sistema de vacíos de aire en el concreto endurecido.
NTC 3801	Ingeniería civil y arquitectura. Obtención y ensayo de muestras de concreto endurecido liviano de aislamiento para la resistencia a la compresión.
NTC 3802	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto liviano de aislamiento.
NTC 3823	Ingeniería civil y arquitectura. Muestreo y ensayo de cenizas volantes o puzolanas naturales para uso como aditivo mineral en el concreto de cemento portland.
NTC 385	Ingeniería civil y arquitectura. Terminología relativa al concreto y sus agregados.
NTC 3938	Cementos. Aparatos para la determinación de cambios de longitud en pasta de cemento, mortero y concreto.
NTC 396	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto.
NTC 3999	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la existencia de humedad capilar en el concreto y en la mampostería de concreto, mediante una lámina de plástico.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO

FECHA: 2018  
VERSIÓN 00

CÓDIGO	TÍTULO
NTC 4020	Concretos. Agregados para mortero de inyección utilizado en mampostería -grout para mampostería-.
NTC 4022	Ingeniería civil y arquitectura. Masa unitaria de concreto liviano estructural.
NTC 4023	Ingeniería civil y arquitectura. Especificaciones para aditivos químicos usados en la producción de concreto fluido.
NTC 4024	Prefabricados de concreto. Muestreo y ensayo de prefabricados de concreto no reforzados, vibrocompactados.
NTC 4025	Concretos. Método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad estático y la relación de poisson en concreto a compresión.
NTC 4026	Ingeniería civil y arquitectura. Unidades (bloques y ladrillos) de concreto, para mampostería estructural.
NTC 4027	Ingeniería civil y arquitectura. Concreto hecho por bachada volumétrica y mezclado continuo.
NTC 4043	Concretos. Método de ensayo para el muestreo y ensayos de mortero de inyección -grout-.
NTC 4045	Ingeniería civil y arquitectura. Agregados livianos para concreto estructural.
NTC 4048	Concretos. Morteros de inyección -grouts- para mampostería.
NTC 4049	Ingeniería civil y arquitectura. Concretos. Método de ensayo para determinar cloruros solubles en agua en mortero y concreto.
NTC 4072	Ingeniería civil y arquitectura. Determinación de la contracción lineal por secado en unidades - bloques y ladrillos -, de concreto, para mampostería.
NTC 4075	Prefabricados en concreto. Unidades -ladrillos- de concreto para construcción de sumideros y cámaras de inspección de mampostería.
NTC 4076	Ingeniería civil y arquitectura. Unidades (bloques y ladrillos) de concreto, para mampostería no estructural interior y chapas de concreto.
NTC 4083	Ingeniería civil y arquitectura. Barreras de seguridad de concreto para vías.
NTC 4109	Prefabricados de concreto. Bordillos, cunetas y topellantas de concreto.
NTC 4253	Ingeniería civil y arquitectura. Aligerantes de concreto permanentes, para losas y muros aligerados.
NTC 4325	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para la determinación de la velocidad de pulso ultrasónico a través del concreto.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO

FECHA: 2018  
VERSIÓN 00

CÓDIGO	TÍTULO
NTC 4344	Ingeniería civil y arquitectura. Concreto. Elaboración en obra, curado y ensayo de especímenes de concreto lanzado.
NTC 4483	Ingeniería civil y arquitectura. Concretos. Métodos de ensayo para determinar la permeabilidad del concreto al agua.
NTC 454	Ingeniería civil y arquitectura. Concreto fresco. Toma de muestras
NTC 4593	Ingeniería civil y arquitectura. Tejas de concreto.
NTC 4594	Ingeniería civil y arquitectura. Tubos de concreto reforzado para bajas cabezas de presión.
NTC 4637	Ingeniería civil y arquitectura. Concretos. Especificaciones para el uso de microfísica como adición en mortero y concreto de cemento hidráulico.
NTC 4646	Ingeniería civil y arquitectura. Unidades de concreto, reforzadas para muros de contención en criba.
NTC 4656	Ingeniería civil y arquitectura. Tanques sépticos de concreto, prefabricados.
NTC 4670	Ingeniería civil y arquitectura. Unidades de concreto, no reforzadas, vibrocompactadas, para muros de contención segmentados.
NTC 4671	Ingeniería civil y arquitectura. Calados de concreto, no reforzados, para mampostería no estructural.
NTC 4677	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de prefabricados de concreto no cubiertos por otros ensayos específicos.
NTC 4678	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la absorción de prefabricados de concreto no cubiertos por otros ensayos específicos.
NTC 4859	Concretos. Especificaciones de relleno fluido.
NTC 4885	Ensayo de infiltración y exfiltración de tuberías de concreto instaladas para alcantarillado.
NTC 491	Ingeniería civil y arquitectura. Métodos de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros químico-resistentes "grouts". Recubrimientos monolíticos y concretos poliméricos.
NTC 4924	Prefabricados en concreto. Agregados livianos para unidades de mampostería de concreto
NTC 4925	Prefabricados de concreto. Método de ensayo para determinar la resistencia a la tracción diagonal - cortante - en muretes de mampostería.
NTC 4953	Prefabricados de concreto. Separadores y soportes para el refuerzo del concreto.
NTC 4992	Losetas de concreto para pavimentos.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO

FECHA: 2018  
VERSIÓN 00

CÓDIGO	TÍTULO
NTC 4993	Tabletas de concreto para pisos.
NTC 5012	Instalación de tubos de concreto para conducción de aguas sin presión.
NTC 504	Ingeniería civil y arquitectura. Refrentado de especímenes cilíndricos de concreto.
NTC 5215	Tubos de concreto reforzado para alcantarillado fabricados según el método de diseño directo.
NTC 5216	Concretos. Método de ensayo para la elaboración y ensayo de cilindros de relleno fluido.
NTC 5222	Concretos. Métodos de ensayo para medir el flujo libre, flujo restringido y segregación en concretos autocompactantes.
NTC 550	Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra.
NTC 589	Concretos. Método de ensayo para determinar el porcentaje de terrones de arcilla y partículas deleznales en los agregados.
NTC 673	Concretos. Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.
NTC 722	Concreto. Método de ensayo para determinar la resistencia a la tensión indirecta de especímenes cilíndricos de concreto.
NTC 77	Concretos. Método de ensayo para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos.
NTC 890	Ingeniería civil y arquitectura. Determinación del tiempo de fraguado de mezclas de concreto por medio de su resistencia a la penetración.
NTC 5541	Concretos reforzados con fibra
NTC 5551	Concretos. Durabilidad de estructuras de concreto.
NTC 5557	Método de ensayo para determinar cloruros solubles en ácido en mortero y concreto.
GTC 167	Concretos. Guía acerca de la contracción del concreto.
NTC 5653	Determinación de la gravedad específica, absorción y vacíos en el concreto endurecido.
NTC 5721	Método de ensayo para la determinación de la capacidad de absorción de energía (tenacidad) de concreto reforzado con fibra.
GTC 236	Guía para la especificación, instalación, mantenimiento y preparación de pavimentos segmentados con prefabricados de concreto
NTC 5981	Método de ensayo para determinar el esfuerzo residual promedio del concreto reforzado con fibra

Fuente: Elaboración propia

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

## 9.2 CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO EN COLOMBIA

De forma similar a lo que se hizo en el capítulo anterior, a continuación, se presenta las normas que se utilizan en planta en Colombia para hacer el control de calidad del concreto en estado fresco de acuerdo con lo indicado por el personal de planta de Holcim durante la visita Nacional.

De igual forma, se incluyen algunos ensayos sobre la mezcla endurecida de concreto, que, a pesar de no ser del alcance del presente proyecto, se consideran importantes en la industria de la construcción.

**Tabla 5. Ensayos para el control de calidad de la mezcla fresca de concreto en Colombia**

CÓDIGO	TÍTULO
NTC 1028	Ingeniería civil y arquitectura. Determinación del contenido de aire en concreto fresco. Método volumétrico.
NTC 1032	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión
NTC 3357	Concretos. Método de ensayo para determinar la temperatura del concreto fresco de cemento hidráulico
NTC 3459	Concretos. Agua para la elaboración de concreto.
NTC 3725	Ingeniería civil y arquitectura. Métodos nucleares para determinar en sitio la densidad del concreto fresco y endurecido.
NTC 3752	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar el contenido de agua en el concreto fresco.
NTC 396	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto.

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	<b>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</b>	<b>FECHA: 2018</b> <b>VERSIÓN 00</b>
---	---	---

CÓDIGO	TÍTULO
NTC 454	Ingeniería civil y arquitectura. Concreto fresco. Toma de muestras
NTC 504	Ingeniería civil y arquitectura. Refrentado de especímenes cilíndricos de concreto.
NTC 1299	Concretos. Aditivos químicos para concreto.
NTC 3493	Ingeniería civil y arquitectura. Cenizas volantes y puzolanas naturales, calcinadas o crudas, utilizadas como aditivos minerales en el concreto de cemento portland.
NTC 385	Ingeniería civil y arquitectura. Terminología relativa al concreto y sus agregados.
NTC 4023	Ingeniería civil y arquitectura. Especificaciones para aditivos químicos usados en la producción de concreto fluido.
NTC 3823	Ingeniería civil y arquitectura. Muestreo y ensayo de cenizas volantes o puzolanas naturales para uso como aditivo mineral en el concreto de cemento portland.
NTC 3502	Ingeniería civil y arquitectura. Aditivos incorporadores de aire para concreto.
NTC 673	Concretos. Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.
NTC 722	Concreto. Método de ensayo para determinar la resistencia a la tensión indirecta de especímenes cilíndricos de concreto.
NTC 2871	Método de ensayo para determinar la resistencia del concreto a la flexión - utilizando una viga simple con carga en los tercios medios-.

Fuente: Elaboración propia

### 9.3 RESUMEN RESULTADOS DE VISITA TÉCNICA NACIONAL

De manera similar a lo realizado en México, se realizó una visita técnica nacional en la cual se pudieron evidenciar los procesos de control de calidad del concreto en estado fresco en Colombia. Estos procesos se encuentran resumidos en la siguiente tabla (los cuales son concordantes con los ensayos indicados en la sección 3.2 del presente trabajo).

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

**Tabla 6. Resumen de resultados de la visita técnica internacional**

CÓDIGO	TÍTULO	RESUMEN
NTC 1028	Ingeniería civil y arquitectura. Determinación del contenido de aire en concreto fresco. Método volumétrico.	Se toma la muestra conforme a la NTC-454, una muestra de 1/3 del volumen del molde, vibrado con varilla compactadoras, con 25 golpes en cada capa, se golpea de 10 a 15 veces con una maceta en la parte lateral del molde, esto para eliminar los vacíos producidos cuando sale la varilla. Después de realizar este procedimiento, se añade agua con ayuda de un embudo para posteriormente, agitar y rodar la mezcla hasta que el aire ascienda la parte más alta, seguidamente se mide el porcentaje de aire que posee la mezcla.
NTC 1032	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. método de presión	Se toma la muestra conforme a la NTC-454, una muestra de 1/3 del volumen del molde, vibrado con varilla compactadoras, con 25 golpes en cada capa, se golpea de 10 a 15 veces con una maceta en la parte lateral del molde, esto para eliminar los vacíos producidos cuando sale la varilla. Seguidamente se introduce la muestra en un recipiente, sometiéndola a una determinada presión entre 51 Kpa a 207 Kpa, con esto obtenemos un cambio de volumen, arrojando datos los cuales por medio de cálculos nos permite hallar el contenido de aire de la muestra.
NTC 3357	Concretos. método de ensayo para determinar la temperatura del concreto fresco de cemento hidráulico	Consiste en determinar la temperatura del concreto en estado fresco, con termómetros que evalúe intervalos de 18°C y 49 °C, debe tener un recubrimiento de 75mm de mezcla, el dispositivo debe mantenerse sumergido en la mezcal de 2 a 5 minutos.
NTC 3459	Concretos. Agua para la elaboración de concreto.	El agua utilizada en la mezcla no debe tener agentes químicos, solidos pesados, y todos aquellos que puedan afectar el comportamiento de la mezcla.
NTC 396	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto.	Para realizar el asentamiento del concreto, se toma la muestra conforme a la NTC-454, una muestra de 1/3 del volumen del molde, vibrado con varilla compactadoras, con 25 golpes en cada capa, se retira el molde, verificando la medida vertical desde la parte superior del molde, hasta el centro superior de la mezcla, si hay un derrumbamiento o un desprendimiento lateral del concreto, se procede a repetir.



CÓDIGO	TÍTULO	RESUMEN
NTC 454	Ingeniería civil y arquitectura. Concreto fresco. toma de muestras	Se debe tomar una mezcla homogénea en estado fresco, en varias porciones sin exceder los 15 minutos, debe ser de 28 litros, que sea preferiblemente de la mitad de bachada.
NTC 1299	Concretos. Aditivos químicos para concreto.	Registra los materiales que son utilizados como aditivos químicos, para la mezcla de concreto hidráulico, los cuales se dividen en 7 tipos:  - Tipo A: Aditivos reductores de agua. - Tipo B: Aditivos Retardantes. - Tipo C: Aditivos acelerantes - Tipo D: Aditivos reductores de agua y retardantes. - Tipo E: Aditivos reductores de agua y acelerantes. - Tipo F: Aditivos reductores de agua de alto rango. - Tipo G: Aditivo reductores de agua de alto rango y retardantes.
NTC 3493	Ingeniería civil y arquitectura. Cenizas volantes y puzolanas naturales, calcinadas o crudas, utilizadas como aditivos minerales en el concreto de cemento portland.	Determina el uso de ceniza volantes y puzolanas naturales, calcinadas o crudas, que se utilizan como adiciones minerales para el concreto, las cuales se usan como puzolanica o cementantes, es necesario determinar un porcentaje para las propiedades de cada diseño de mezcla.
NTC 4023	Ingeniería civil y arquitectura. Especificaciones para aditivos químicos usados en la producción de concreto fluido.	Comprende 2 tipos de aditivos químicos, utilizado en la producción de concreto fluido:  - Tipo 1: Plastificante. - Tipo 2: Plastificante y Retardador.  El aditivo plastificante es Una sustancia química que, alañadirla a la muestra de concreto, sin la necesidad de la adición de agua no retarda el fraguado del concreto.  El aditivo retardador es una sustancia química, este aditivo si retarda el fraguado.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
---	---	-----------------------------------

## **10. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

En el presente capítulo se incluyen todos los análisis de los resultados encontrados en los capítulos 1, 2 y 3.

### **10.1 COMPARACIÓN ENTRE NORMAS APLICADAS EN COLOMBIA Y MÉXICO**

De acuerdo con las normas presentadas en las secciones anteriores, a continuación, se presenta un paralelo entre las normas utilizadas para el control de calidad del concreto en estado fresco en el caso práctico colombiano, y sus equivalencias en el caso práctico mexicano.

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO	FECHA: 2018 VERSIÓN 00
---	---	---------------------------

**Tabla 7. Paralelo entre normas para el concreto – Colombia – México**

COLOMBIA		MÉXICO	
Código	Título	Clave	Descripción
NTC 1028	Ingeniería civil y arquitectura. Determinación del contenido de aire en concreto fresco. Método volumétrico.	NMX-C-157-ONNCCE-2006	Industria de la construcción-concreto-determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión (cancela a la nmx-c-157-1987).
NTC 1032	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión	NMX-C-158-ONNCCE-2006	Industria de la construcción-concreto-determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método volumétrico (cancela a la nmx-c-158-1987).
		NMX-C-162-ONNCCE-2014	Industria de la construcción-concreto hidráulico-determinación de la masa unitaria, cálculo del rendimiento y contenido de aire del concreto fresco por el método gravimétrico (cancela a la nmx-c-162-onncce-2010).
NTC 3357	Concretos. Método de ensayo para determinar la temperatura del concreto fresco de cemento hidráulico	NMX-C-435-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-concreto hidráulico-determinación de la temperatura del concreto fresco (cancela a la nmx-c-435-onncce-2004).
NTC 3459	Concretos. Agua para la elaboración de concreto.	NMX-C-122-ONNCCE-2004	Industria de la construcción-agua para concreto-especificaciones (cancela a la nmx-c-122-1982).



COLOMBIA		MÉXICO	
Código	Título	Clave	Descripción
NTC 3752	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar el contenido de agua en el concreto fresco.	NMX-C-283-1982	Industria de la construcción - agua para concreto - análisis
NTC 396	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto.	NMX-C-156-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-concreto hidráulico-determinación del revenimiento en el concreto fresco (esta norma cancela a la nmx-c-156-1997-onncce)
		NMX-C-472-ONNCCE-2013	Industria de la construcción-concreto-determinación del flujo de revenimiento del concreto autoconsolidable-método de ensayo.
NTC 454	Ingeniería civil y arquitectura. Concreto fresco. Toma de muestras	NMX-C-161-ONNCCE-2013	Industria de la construcción -concreto fresco - muestreo (cancela a la nmx-c-161-1997-onncce).
NTC 3725	Ingeniería civil y arquitectura. Métodos nucleares para determinar en sitio la densidad del concreto fresco y endurecido.		
NTC 504	Ingeniería civil y arquitectura. Refrentado de especímenes cilíndricos de concreto.	NMX-C-109-ONNCCE-2013	Industria de la construcción-concreto hidráulico-cabeceo de especímenes (cancela a la nmx-c-109-onncce-2010).
NTC 1299	Concretos. Aditivos químicos para concreto.	NMX-C-298-ONNCCE-2010	Industria de la construcción-aditivos para concreto hidráulico-determinación de la efectividad de las adiciones cementantes hidráulicas y aditivos químicos para prevenir o



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO

FECHA: 2018  
VERSIÓN 00

COLOMBIA		MÉXICO	
Código	Título	Clave	Descripción
			mitigar la expansión del concreto debido a la reacción alcali-silice (cancela a la
<b>NTC 3493</b>	Ingeniería civil y arquitectura. Cenizas volantes y puzolanas naturales, calcinadas o crudas, utilizadas como aditivos minerales en el concreto de cemento portland.	<b>NMX-C-146-ONNCCE-2000</b>	Industria de la construcción-aditivos para concreto puzolana natural cruda o calcinada y ceniza volante para usarse como aditivo mineral en concreto de cemento portland-especificaciones (cancela a la nmx-c-146-1983).
<b>NTC 3823</b>	Ingeniería civil y arquitectura. Muestreo y ensayo de cenizas volantes o puzolanas naturales para uso como aditivo mineral en el concreto de cemento portland.		
<b>NTC 385</b>	Ingeniería civil y arquitectura. Terminología relativa al concreto y sus agregados.	<b>NMX-C-251-1997-ONNCCE</b>	Industria de la construcción - concreto - terminología.
<b>NTC 4023</b>	Ingeniería civil y arquitectura. Especificaciones para aditivos químicos usados en la producción de concreto fluido.	<b>NMX-C-356-ONNCCE-2010</b>	Industria de la construcción-aditivos para concreto hidráulico-cloruro de calcio, especificaciones y métodos de ensayo (cancela a la nmx-c-356-1988).
		<b>NMX-C-365-ONNCCE-2010</b>	Industria de la construcción-aditivos para concreto -morteros hidráulicos predosificados sin contracción -métodos de ensayo (cancela a la nmx-c-365-1990).

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
---	---	-----------------------------------

COLOMBIA		MÉXICO	
Código	Título	Clave	Descripción
NTC 3502	Ingeniería civil y arquitectura. Aditivos incorporadores de aire para concreto.	PROY-NMX-C-283-ONNCCE-2017	Industria de la construcción-agua para concreto-métodos de prueba (cancelará a la nmx-c-283-1982).
NTC 673	Concretos. Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.	NMX-C-083-ONNCCE-2014	Industria de la construcción-concreto-determinación de la resistencia a la compresión de especímenes-método de ensayo.
NTC 722	Concreto. Método de ensayo para determinar la resistencia a la tensión indirecta de especímenes cilíndricos de concreto.	NMX-C-163-1997-ONNCCE	Industria de la construcción - concreto - determinación de la resistencia a la tensión por compresión diametral de cilindros de concreto. Tii: building industry - concrete - determination of the tensile strength by diametral compression of concrete
NTC 2871	Método de ensayo para determinar la resistencia del concreto a la flexión - utilizando una viga simple con carga en los tercios medios-.	NMX-C-191-ONNCCE-2015	Industria de la construcción-concreto-determinación de la resistencia a la flexión del concreto usando una viga simple con carga en los tercios del claro.

Fuente: Elaboración propia

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

## 10.2 COMPARATIVO EN LA TOMA DE MUESTRAS

Con referencia a la toma de muestras para los ensayos de concreto en estado fresco se identificaron cambios como por ejemplo en México se están utilizando las probetas cúbicas de la BS con dimensiones de 15 cm X 15 cm, mientras que en Colombia prevalecen las probetas cilíndricas de la ASTM con dimensiones de 10cm X 20cm.

**Fotografía 1. Planta de CEMEX-México, Probetas cúbicas**



Fuente: Elaboración propia

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

**Fotografía 2. Planta de HOLCIM-Colombia, Probetas cilíndricas**



Fuente: Elaboración propia

Igualmente existe diferencia para el tipo de curado, en Cemex México se realiza un almacenamiento directo en una nevera semi-hermética, donde tienen establecidos periodos de recolección de los especímenes al sitio de almacenamiento de curado mientras en Holcim Colombia, las muestras salen directo al cuarto de curado.

**Fotografía 3 Nevera semi-hermética, CEMEX México**



Fuente: Elaboración propia



#### Fotografía 4. Cuarto de curado – HOLCIM Colombia



Fuente: Elaboración propia

En México se utiliza silos de dosificación y el mezclado se realiza en los carros transportadores y de otro lado en Holcim Colombia se tiene silos de dosificación y premezclado, previo al cargue de los carros.

#### Fotografía 5. Silos de dosificación – CEMEX México



Fuente: Elaboración propia



### Fotografía 6. Silos de dosificación y premezclado – HOLCIM Colombia



Fuente: Elaboración propia

El material de las probetas para la toma de muestras en México es de polipropileno y la extracción del espécimen se hace con aire comprimido, en Colombia se utiliza igualmente el de polipropileno pero también el metálico, para este último se desencofra la muestra manualmente.

### Fotografía 7. Silos de dosificación – CEMEX México



Fuente: Elaboración propia



### Fotografía 8. Cilindros metálicos - Colombia



Fuente: Elaboración propia

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

## 11. CONCLUSIONES

Después de realizada la visita internacional y nacional, se logró comparar los resultados obtenidos, permitiendo concluir lo siguiente:

- Los métodos de ensayo para la caracterización del concreto en estado fresco son muy similares en los dos países, teniendo en cuenta que la normatividad vigente tanto en México (NMX) como en Colombia (NTC) se basan en las normas ASTM.
- Sin embargo, se pudieron apreciar algunas diferencias, debido a que en México ya se están aplicando algunas normas creadas a la luz de las British standard (BS) las cuales son metodológicamente distintas a las ASTM. Esto es apreciable principalmente en la forma en que se mide el contenido de aire de la mezcla fresca de concreto, así como la forma en que se evalúa la resistencia a la compresión del concreto endurecido (esta última no hacia parte del alcance del proyecto, sin embargo, se incluyó debido a lo determinante de la evidencia encontrada).
- En cuanto a la determinación del contenido de aire de la mezcla fresca de concreto, se pudo evidenciar que en México se hace de tres formas: con el método volumétrico, con el método gravimétrico y con el método de presión, en cambio en Colombia se ha dado prevalencia al método de presión, de tal forma que el método volumétrico es utilizado pocas veces y el método gravimétrico no se utiliza.
- En el caso del cálculo de la temperatura del concreto en estado fresco (ensayo de calorimetría) se pudo determinar algunas diferencias importantes, como por ejemplo que en México se da relevancia a la estabilización de la temperatura para el cálculo final de liberación de calor, mientras que en Colombia se da más importancia al tiempo de duración del ensayo.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

- Para otros ensayos sobre el concreto fresco como: calidad del agua, toma de muestras, uso de aditivos y ensayo de asentamiento del concreto (Cono de Abrams), no se encontraron diferencias significativas en los procesos aplicados en los dos países.
- Finalmente, en el caso del concreto en estado endurecido, se pudo evidenciar que en México se están utilizando las probetas cúbicas de la BS, mientras que en Colombia prevalecen las probetas cilíndricas de la ASTM.
- En los dos países se pudo evidenciar que existe una entidad que depende del gobierno, delegada para expedir las normas técnicas aplicables a cada país, sin embargo, en México se encuentra el Instituto Mexicano del cemento y el concreto, quién se encarga de la investigación, enseñanza y difusión de las técnicas de aplicación del concreto.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

## 12. RECOMENDACIONES

Finalmente, de acuerdo con la experiencia de las visitas realizadas, se tienen las siguientes recomendaciones:

- A pesar de que se evidenciaron procesos de control de calidad similares en los dos países, en México se nota que han intentado aplicar nuevas teorías y formas de caracterización del concreto que en Colombia no han tenido relevancia, especialmente el uso de los procesos de la British Standard.
- Debido a lo anterior, es importante que en el país se desarrolle una investigación con el fin de modernizar los procesos de control de calidad del concreto, con el fin de estar a la vanguardia en los controles de calidad que la industria de la construcción requiere.
- Se recomienda aplicar nuevas tecnologías en los procesos de control de calidad del concreto. Si bien, en Colombia los procesos son modernos y eficientes, se deben implementar algunas nuevas tecnologías que todavía no se encuentran disponibles en el país o no se han incluido en la norma técnica Colombiana. Dentro de los ensayos recomendados se encuentran los ensayos no destructivos y los electroquímicos, disponibles tanto en las ASTM (Estado Unidos), BS (Reino Unido) y NT (Países Nórdicos).
- Es pertinente ampliar las experiencias con la industria internacional, con la finalidad de implementar los procesos y las últimas tecnologías en el control de calidad del concreto en el país.
- Frente al uso del agua, en México no se observó ningún sistema de tratamiento que permita la reutilización de este recurso bien sea de fuente pluvial o reciclada, por lo cual se recomienda que en la formulación de las normas técnicas se incluya

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

la optimización y reutilización de los recursos naturales como compromiso de la industria de la construcción con el desarrollo sostenible.

- En HOLCIM Colombia, se evidenció un control adicional al exigido en la norma que se refiere al análisis de las curvas de maduración de las mezclas que permiten evaluar con un patrón el cambio de estado plástico a estado endurecido, por lo que se sugiere que se implementen como un requisito de control de calidad del concreto.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

## BIBLIOGRAFÍA

ARENAL PÉREZ, Mónica. Revista AS, México. Movimiento Moderno de Guadalajara. [Citado 25-enero-2018]. 2013 P 64–77.

ARGOS, Control de calidad del concreto en obra. [En línea]. Colombia. Argos. [Citado 25-enero-2018]. Disponible en: <http://blog.360gradosenconcreto.com/wp-content/uploads/2016/02/WEB-control-calidad.pdf>

ARGOS. Historia del cemento. 360° En Concreto, 2017. P 1-2.

ARTHUR H. Nilson. Design of concrete structures. Ed 14. McGraw-Hill Education. 1964.

Cemento global. Construcción Latinoamericana. Obtenido de Construcción Latinoamericana CLA: [Citado 20 de 02 de 2018]. Disponible en: <https://www.construccionlatinoamericana.com/cemento-global/129513.article>

CEMEX. Nuestra historia. [Citado 20 de 02 de 2018]. Disponible en: [www.cemexcolombia.com](http://www.cemexcolombia.com)

CHÁVEZ-ULLOA, Emilio. Carbonatación de concreto en atmósfera natural y cámara de carbonatación acelerada. Centro de Investigación en Corrosión, Universidad Autónoma de Campeche, México. [Citado 25-enero-2018], 2009 P 2–13.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
---	---	-----------------------------------

CIVILGEEKS. Durabilidad del Concreto. Obtenido de Civilgeeks: Ingeniería y Construcción. [Citado 20 de 02 de 2018]. Disponible en: <https://civilgeeks.com/2011/12/11/durabilidad-del-concreto/>

DANE. Estadísticas de Cemento Gris - ECG. Obtenido de DANE: [Citado 20 de 02 de 2018]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/estadisticas-de-cemento-gris>

DE LA ROSA, T. El cemento más caro del mundo. Obtenido de eleconomistaamérica: [Citado 20 de 02 de 2018]. Disponible en: <http://www.eleconomistaamerica.co/economiahoy/opinion/noticias/6632952/04/15/El-cemento-mas-car-del-mundo.html>

DÍAZ, J.; BAUTISTA, L.; SÁNCHEZ, A.; & RUÍZ, D. Características de mezclas de concreto utilizadas en sistemas industrializados de construcción de edificaciones. Revista Facultad de Ingeniería, 2003. P 60-73.

Docentes Unal. Propiedades del concreto fresco. Obtenido de Docentes Unal: [Citado 20 de 02 de 2018]. Disponible en: [http://www.docentes.unal.edu.co/asalasm/docs/Materiales\\_Construccion/Propiedades%20concreto%20fresco.pdf](http://www.docentes.unal.edu.co/asalasm/docs/Materiales_Construccion/Propiedades%20concreto%20fresco.pdf)

EL TIEMPO. \$ 800.000 millones para planta que descontamina aguas del río Bogotá. pág. 1. [Citado 20 de 02 de 2018]. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/bogota/rio-bogota-car-destina-recursos-para-ampliar-planta-salitre/15218756>

FICEM. Informe Estadístico. México: FICEM. 2013

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
---	---	-----------------------------------

GONZÁLEZ, J. F. Cemex, un gigante responsable. Obtenido de imcyc: [Citado 20 de 02 de 2018]. Disponible en: <http://www.imcyc.com/ct2008/jun08/tecnologia.htm>

GRAHAM, L. (2004). Cemento el oro gris de México. Obtenido de Real Estate: [Citado 20 de 02 de 2018]. Disponible en: <https://realestatemarket.com.mx/articulos/materiales-de-la-industria/12367-cemento-el-oro-gris-de-mexico>

HIGUERA, H. Simulación multifísica y multifase del ensayo de migración del ion cloruro en el concreto (NT Build 492) teniendo en cuenta los fenómenos de adsorción e interacción iónica. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 2016.

IMCYC. Tipos de concreto. Obtenido de IMCYC. 2004. [Citado 20 de 02 de 2018]. Disponible en: [imcyc.com/.../ArchivosPDF/Tipos%20de%20concreto/Tipos%20de%20Concreto.pdf](http://imcyc.com/.../ArchivosPDF/Tipos%20de%20concreto/Tipos%20de%20Concreto.pdf)

INVIAS. Norma INV E-401-07. Bogotá, Colombia: INVIAS. 2007

LATORRE, A. La industria del cemento en Colombia. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana. 2008

LIZARAZO, Juan M.; SALAS, Andrés; ESCOBAR, Diego A. Facultad de Ingeniería, Dpto. de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Colombia. Efectos del Curado en las Propiedades de Mezclas de Concreto con Altos Contenidos de Escoria de Hierro [Citado 25-enero-2018], Vol. 17, (2016) P 2–10.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
---	---	-----------------------------------

MARTÍNEZ, A. R. Estudio del sector cementero a nivel mundial y nacional. Valencia. España: Universidad Politécnica de Valencia. 2011

MONTAÑO, J. 'Edificios tienen problemas en diseño y construcción': U de Cartagena. El Tiempo, [Citado 20 de 02 de 2018]. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/edificios-no-cumplen-con-la-ley-urbanistica-ni-normas-estructurales-173674>.

ORTIZ, Á. Análisis y descripción de la producción de concretos en obra de cinco proyectos en Colombia. Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada. 2015

PISCAL ARÉVALO, Carlos Mario; LÓPEZ YÉPEZ, Lucio Guillermo; AFANADOR GARCÍA, Nelson. Épsilon No. 23, Evaluación de cantidades de concreto necesarias para cumplir requisitos de rigidez en edificaciones aporricadas menores de siete pisos. [Citado 25-enero-2018], México.2014 Pág. 127–137.

PORTAFOLIO. Cerca del 80% de las viviendas en Bogotá no cumplen normas de sismorresistencia. Portafolio, [Citado 20 de 02 de 2018]. Disponible en: <http://www.portafolio.co/economia/finanzas/cerca-80-viviendas-bogota-cumplen-normas-sismorresistencia-475326>.

QUIMBAY HERRERA, Rodrigo. Determinación de la resistencia mediante ensayo de núcleos de concreto. Universidad Nacional de Colombia. [En línea]. Colombia. [Citado 20-enero-2018]. Disponible en: [http://www.bdigital.unal.edu.co/6747/1/documentodeconsulta\\_rqh.2007.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/6747/1/documentodeconsulta_rqh.2007.pdf)

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
---	---	-----------------------------------

QUIMBAY HERRERA, Rodrigo. Metodología de evaluación del control de calidad de concreto mediante cilindros. Universidad de los andes facultad de ingeniería magister en ingeniería y gerencia de la construcción. [En línea]. Colombia. [Citado 20-enero-2018]. Disponible en:  
<http://www.bdigital.unal.edu.co/47861/1/rodrigoquimbay.2000.pdf>

QUIMBAY HERRERA, Rodrigo. Aspectos de la evaluación del desempeño en el concreto. Universidad Nacional de Colombia. [En línea]. Colombia. [Citado 20-enero-2018]. Disponible en:  
[http://www.bdigital.unal.edu.co/6743/1/ASPECTOS\\_DE\\_LA\\_EVALUACION\\_DEL\\_DESEMPEÑO\\_DEL\\_CONCRETO.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/6743/1/ASPECTOS_DE_LA_EVALUACION_DEL_DESEMPEÑO_DEL_CONCRETO.pdf)

Revista CENIC Ciencias Químicas. México. Centro de Investigación Universidad Autónoma de Campeche. [Citado 25-enero-2018]. Vol. 46 Número Especial. P 81–89.

Revista Ingenierías Universidad de Medellín. Colombia. Influencia de los ciclos hielo-deshielo en la resistencia del concreto (caso Tunja). [Citado 25-enero-2018], 2009 P 95–110.

RICO, M., & CONTRERAS, D. caracterización de las condiciones de interferencia en el espectro radioeléctrico para servicios de radiodifusión en zonas fronterizas de Colombia. Universidad de San Buenaventura. 2012

RUIZ, D. M.; JARAMILLO, R.; RIVEROS, C. E. y GALLEGU SILVA, Mauricio. Edificios de concreto reforzado siguiendo la NSR-10 vs sismo de Quetame registrado en Bogotá D.C. Facultad de Ingeniería y Ciencia. Colombia. [Citado 25-enero-2018], Vol. 8, (2012) P 46–70.

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

RUIZ, Daniel M.; BORRERO, María C.; LEÓN, María P.; VACCA, Hermes A. Estimación de los niveles de desempeño estructural y de la deriva inelástica de pórticos de concreto considerando la variabilidad de los materiales de Bogotá. Departamento de Ingeniería Civil, Grupo Estructuras, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. [Citado 25-enero-2018], Vol. 14, (2012) P 165–183

STAFFORD, F., VIQUEZ, M., LABRINCHA, J., & HOTZA, D. Advances and challenges for the co-processing in Latin American cement industry. 2015.Elsevier, P 571-577.

TAWFIC, Y. Fresh and Hardened Properties of Highly Workable Concrete (HWC). Department of Civil Engineering, 2014. P 1-10.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO

FECHA: 2018  
VERSIÓN 00

## ANEXOS

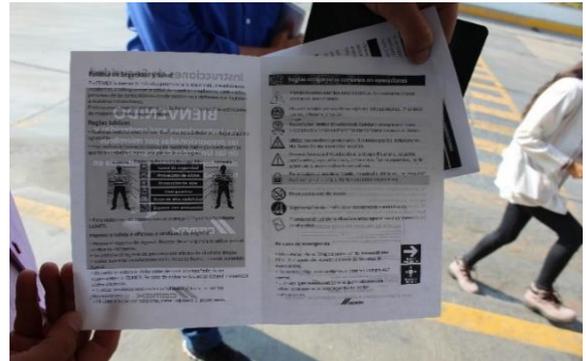
### ANEXO A. Registro fotográfico visita técnica Internacional – Cemex México

#### D.F.

**Fotografía 9** Llegada a planta de producción de cemento planta Barrientos.



**Fotografía 10** Cheque de procedimientos de seguridad para el ingreso a la planta



**Fotografía 11** Bandas transportadoras de materia prima hacia las tolvas.



**Fotografía 12** Panorámica de tanques de materia prima.





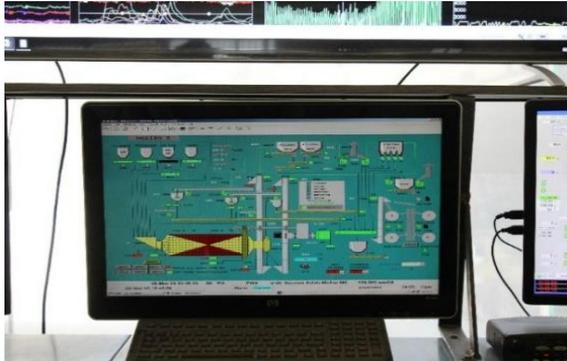
UNIVERSIDAD CATÓLICA  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO

FECHA: 2018  
VERSIÓN 00

**Fotografía 13** Controles de computo generales del proceso de producción de la planta



**Fotografía 14** Controles de temperatura para producción de Clinker.



**Fotografía 15** Rotary kyln. (Preparación del klinker, materia prima para producción de cemento).



**Fotografía 16** Acopio de cemento topo H, para reposo de temperatura.



 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
--	---	-----------------------------------

**Fotografía 17** Maquina empacadora y embolsadora de cemento.



**Fotografía 18** Acopio de cemento embolsado, listo para llevar a plantas de concreto o clientes.



**Fotografía 19** Visita a planta Barrientos



**Fotografía 20** Transporte de cemento para planta concretera de Cemex.





UNIVERSIDAD CATÓLICA  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO

FECHA: 2018  
VERSIÓN 00

**Fotografía 21** Inicio de toma de muestra de concreto en mixer.



**Fotografía 22** Humectación de carretilla para toma de muestra.



**Fotografía 23** Laboratorio de planta para toma de ensayos de concreto de Cemex.



**Fotografía 24** Toma de muestra según NMX-C-161-ONNCCE-2013.

CONCRETO FRESCO - MUESTREO.





UNIVERSIDAD CATÓLICA  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO

FECHA: 2018  
VERSIÓN 00

**Fotografía 25** Muestreo para toma de temperatura primer capa de tres que se deben colocar.



**Fotografía 26** Muestreo para toma de temperatura, instalación de segunda capa de tres.



**Fotografía 27** Muestreo para toma de temperatura, instalación de tercer capa de tres.



**Fotografía 28** Volumen necesario para toma de temperatura.





**Fotografía 29** Enrazado de concreto  
contra molde para toma de temperatura.



**Fotografía 30** NMX-C-158  
Determinación del contenido de aire  
del concreto fresco por el método  
volumétrico.



**Fotografía 31** Mezcla lista para toma de  
temperatura, se analiza peso de la  
muestra.



**Fotografía 32** Prueba de temperatura  
en proceso( se mantienen 15 minutos  
para la lectura .





**Fotografía 33.** Cono de abrams para medición de revenimiento.



**Fotografía 34.** NMX-C-156-0NNCCE Determinación del revenimiento en el concreto fresco



**Fotografía 35** Luego del baseado de concreto en el cono y las tres capas, con su debido retiro de aire de la mezcla se alista para el retiro del cono



**Fotografía 36** Retiro del cono para determinar el revenimiento, la velocidad de retiro del cono debe ser moderada pero no tan lento





**Fotografía 37** Alistado de equipo para toma de lectura de revenimiento.



**Fotografía 38** Lectura con flexómetro de resultado de ensayo de revenimiento.



**Fotografía 39** Lectura de 21 grados centígrados de temperatura.



**Fotografía 40** Alistado de molde cubico para toma de muestra.





**Fotografía 41** Proceso de elaboración de las muestras cúbicas. NMX-C-155-ONNCCE-2014



**Fotografía 42** Baseado de primera capa para muestra de concreto en molde.



**Fotografía 43** Baseado de segunda capa en molde para muestra de concreto



**Fotografía 44** Retiro de aire de la mezcla de concreto, con martillo de caucho.





UNIVERSIDAD CATÓLICA  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO

FECHA: 2018  
VERSIÓN 00

**Fotografía 45** Antiguos moldes para la toma de muestras cilindros 15X30.



**Fotografía 46** Fácil acopio de muestras, debido a su forma, una sobre otra esto por su geometría.



**Fotografía 47** Acopio de muestras de concreto durante fraguado para evitar perder humedad.



**Fotografía 48** Compresor de aire para extracción del molde de cubo de concreto.





UNIVERSIDAD CATÓLICA  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO

FECHA: 2018  
VERSIÓN 00

**Fotografía 49** Fallo de molde por fatiga debido a presión de aire en la extracción del cubo de concreto.



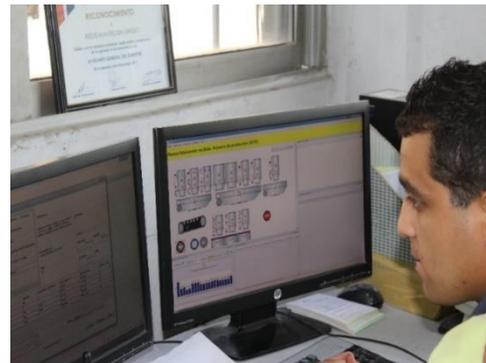
**Fotografía 50** Recorrido para recolección de información de información en planta de concreto.



**Fotografía 51** Planta productora de concreto premezclado de concreto.

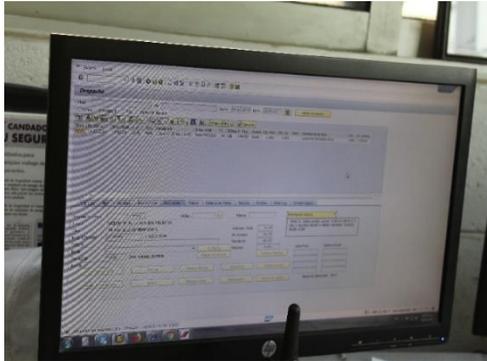


**Fotografía 52** Control computarizado de dosificaciones para preparación del concreto.





**Fotografía 53** Control computarizado de concreto premezclado para ingreso a mixer. **Fotografía 54** Oficinas de control para salida de concreto de la planta.



**Fotografía 55** Punto de chequeo para verificación del tipo, lugar y transporte de concreto **Fotografía 56** Finalización de la visita, en compañía del director de la planta.



Fuente: Elaboración propia



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO

FECHA: 2018  
VERSIÓN 00

## ANEXO B. Registro fotográfico visita Nacional – Holcim Bogotá D.C.

**Fotografía 57** Llegada a planta Holcim  
Puente Aranda, Bogotá Colombia.



**Fotografía 58** Acopio de agregados  
gruesos y finos.(3.500ton) con  
aspersión de agua.



**Fotografía 59** Traslado de material  
agregado a banda transportadora



**Fotografía 60** Banda transportadora de  
agregados pétreos hacia torres de  
producción.





UNIVERSIDAD CATÓLICA  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO

FECHA: 2018  
VERSIÓN 00

**Fotografía 61** Panorámica de planta **Fotografía 62** Equipo eléctrico para  
Puente Aranda.(Producción Aprox. planta de tratamiento de aguas.  
1300 m<sup>3</sup>/día)



**Fotografía 63** Sedimentador para **Fotografía 64** Al fondo se evidencia los  
tratamiento de aguas lluvias y tanques de almacenamiento de materia  
recicladas. Decantación y floculación. prima de concreto.





UNIVERSIDAD CATÓLICA  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO

FECHA: 2018  
VERSIÓN 00

**Fotografía 65** Planta mezcladora de concreto, y disposición de carros mixer. **Fotografía 66** Maquinaria transportadora de agregados pétreos de cantera a planta Holcim.

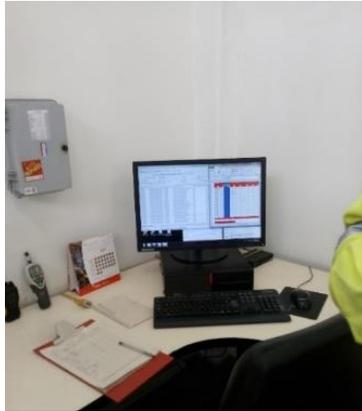


**Fotografía 67** Planta Dosificadora, premezcladora (el mezclado y homogenización la mezcla la realiza la mixer) **Fotografía 68** Laboratorio de la planta de concreto.





**Fotografía 69** Control de calidad de concreto. Área de sistematización de los resultados.



**Fotografía 70** Inicio de toma de muestra de concreto en mixer (Después de cada 10m<sup>3</sup> de mismo tipo hasta máx. 40m<sup>3</sup>).



**Fotografía 71** Cantidad necesaria para ensayos de concreto en estado fresco.



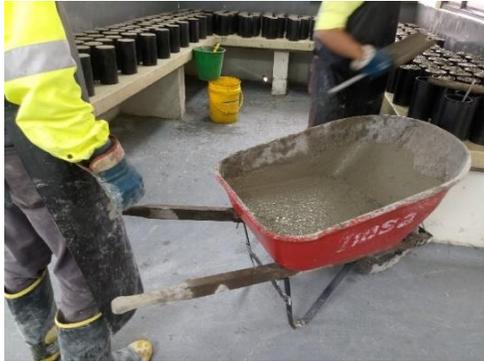
**Fotografía 72** Homogenización manual de la mezcla.





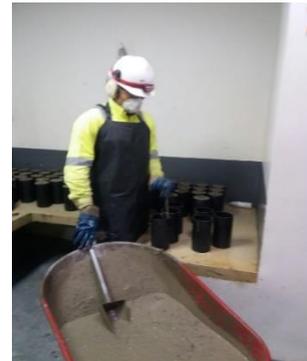
**Fotografía 73** Traslado de mezcla de concreto a los laboratorios para su debido control.

**Fotografía 74** Moldes cilíndricos para elaboración de especímenes. 6 unidades por muestreo.



**Fotografía 75** Molde plástico cilíndrico 10X20 cm. Para elaboración de cada espécimen.

**Fotografía 76** Baseado de primera capa para muestra de concreto.





**Fotografía 77** Llenado de los seis

**Fotografía 78** Retiro de aire en la muestra con barra lisa, simulando el vibrado de la mezcla.



**Fotografía 79** Toma de muestras en masa, es necesario enumerar las bachadas y los especímenes

**Fotografía 80** Acopio de muestras para luego llevarlos a cuarto de curado





**Fotografía 81** Zona de ensayos de concreto en estado fresco.



**Fotografía 82** Equipo para verificación de masa unitaria y contenido de aire.



**Fotografía 83** Verificación de tiempos de fraguado con aguja de vicat para mezclas de concreto.



**Fotografía 84** Maquinaria para ensayo de comparación de longitudes. Evaluación de retracción controlada.





UNIVERSIDAD CATÓLICA  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO

FECHA: 2018  
VERSIÓN 00

**Fotografía 85** Equipo para verificación de contenido de aire. **Fotografía 86** Moldes para toma de muestras de concreto.



**Fotografía 87** Molde metálico para toma de concreto para ensayos a flexión. **Fotografía 88** Explicación de seguridad para uso de los equipos del laboratorio.





**Fotografía 89** Equipo caja en L (ele) para verificar la fluidez del concreto en zonas difíciles de acceso del concreto.



**Fotografía 90** Compresor de aire para extracción del molde de cubo de concreto.



**Fotografía 91** Laboratorio para investigación de nuevas tecnologías del concreto.



**Fotografía 92** Mezcladora para investigación de nuevas tecnologías del concreto.





UNIVERSIDAD CATÓLICA  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO

FECHA: 2018  
VERSIÓN 00

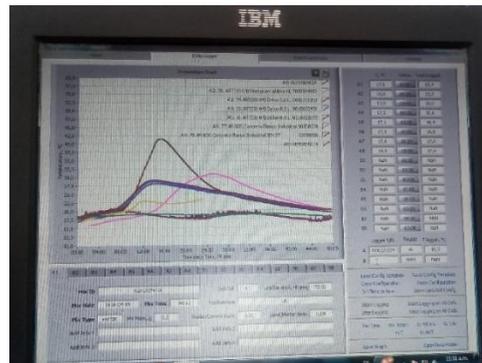
**Fotografía 93** Cuarto de curado de cilindros de concreto para su buen tratamiento

**Fotografía 94** Comportamiento de mezclas validación de estado plástico ha endurecido



**Fotografía 95** Validación exotérmica. Instalación de cilindros.

**Fotografía 96** Validación de curvas patrón de mezclas, micriu high.





**Fotografía 97** Equipos para ensayos destructivos de muestras de concreto. Prensa de fallo, verificación de resistencia a la compresión.



**Fotografía 98** Equipos para ensayos destructivos de muestras de concreto. Prensa de fallo, verificación de resistencia a la flexión.



**Fotografía 99** Muestras de concreto de 4000psiconvencional, falladas después de completar su madurez a 28 días.



**Fotografía 100** Línea Premium de concretos, producidos por Holcim en Colombia.





**Fotografía 101** Muestra de desempeño de concretos autocompactantes fácil acomodo y llenado perfecto de formaletas y bordes..



**Fotografía 102** Concreto poroso permeables y estables, baja presión sobre formaleta y livianos en bajas resistencias.



**Fotografía 103** Concretos estampados y de colores. Elimina el uso de otros materiales se encuentra en todas las resistencias



**Fotografía 104** Concreto agilia autonivelante único de Holcim. Solo trabaja con agregado muy fino, tamaño máx. 8mm



Fuente: Elaboración propia

 <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO</p>	<p>FECHA: 2018 VERSIÓN 00</p>
---	---	-----------------------------------

### ANEXO C. Resultados encuestas México – Colombia

Pregunta	Respuesta México	Respuesta Colombia
1. ¿Cuáles son los ensayos con los que caracterizan el concreto fresco?	<p>NMX-C-122 Agua para el concreto</p> <p>NMX-C-146 Aditivos para el concreto</p> <p>NMX-C-156 Determinación del rendimiento del concreto fresco</p> <p>NMX-C-157 determinación del contenido del aire en concreto fresco</p>	<p>Ensayo de asentamiento: NTC-396</p> <p>Toma de muestras: NTC-454</p> <p>Elaboración de especímenes: NTC-367</p> <p>Temperatura, contenido de aire en concretos fresco, entre otras.</p>
2. ¿Aparte de la ASTM que otra normatividad los rige para la caracterización del concreto fresco?	<p>Las normas que los rigen son las NMX que traduce Norma Mexicana de Calidad.</p> <p>La entidad en México que se encarga de la expedición de las normas de calidad es la ONNCCE, Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación S.C.</p>	<p>De acuerdo a las especificaciones que maneje el cliente, así mismo se valida el cumplimiento de las normas por lo general, para todo lo que es construcción vertical estamos ajustado sobre las normas NTC para el tema de control de ensayos y la NRS-10 para temas de construcción de infraestructura vial, del distrito o de la nación con normas IDU o INVIAS.</p> <p>En Colombia, las únicas normas aplicables son las NTC.</p>
3. ¿Utilizan algún tipo de aditivo en sus mezclas de concreto?	Sí.	Sí, pero depende de las especificaciones del producto.
4. ¿Cuáles Aditivos utilizan?	Plastificantes, flulisantes, aditivos de línea.	Los aditivos que manejamos en obra son netamente plastificantes, ya que si empezamos a adicionarles aditivos retardantes en el producto se modifica el tiempo de fraguado y el elemento puede generar variaciones de tiempo de fraguado.



Pregunta	Respuesta México	Respuesta Colombia
5. ¿Qué controles se le hacen a los aditivos?	Lo soportan con los certificados de calidad de los productos utilizados.	Se establecen dosificaciones de acuerdo al tipo de producto y a las especificaciones dadas por el personal de Calidad.
6. ¿Cuáles son los tiempos para la dosificación de los aditivos?	Depende del diseño de mezcla que pida el cliente, por cuanto ellos tienen diferentes plantas de distribución en ciudad.	Existe unas mezclas en las cuales ya están establecidas unas dosificaciones promedio por metro cúbico, para poder adicionar aditivo en la obra y poder llevarlo a condiciones de colocación y acabado.
7. ¿Para que utilizan los aditivos?	Se utilizan para fraguados lentos, mejoramiento de revenimiento y acelerantes o si es por solicitud del diseño de mezcla.	Estos aditivos tienen como objeto modificar las propiedades físicas de la mezcla.
8. ¿Cuál es la cantidad de concreto en estado fresco para realizar los ensayos de control de calidad?	Se realiza un muestreo hasta un máximo de 40 m <sup>3</sup> . de una misma mezcla. Pero no es especificado en la norma.	Los muestreos se hacen de acuerdo a la NSR-10 que me dice que cada 10 metros cúbicos despachado por cada familia de concreto yo debo tomar una muestra, y por cada 40 metros cúbicos despachados, cada receta es una mezcla diferente y por tal motivo se debe aplicar el procedimiento.
9. ¿Utilizan algún tipo de adición mineral en las mezclas de concreto fresco y para qué?	Mineral como tal no, hay adiciones, adiconantes, fibras, pero un mineral como tal NO, el único material que se maneja de origen mineral es el agregado.	Para los concretos convencionales, no se están manejando adiciones, pero contamos con un área que la denominamos concretos nuevos y allí se ajustan las mezclas con adiciones de acuerdo a las investigaciones que estamos desarrollando.
10. ¿Cuáles Adiciones utilizan?	Ninguna	Se han realizado pruebas con algún tipo de adiciones, por ejemplo con Calizas, cerámicos y demás, pero hoy en día no trabajamos adiciones, dentro de la regional en Colombia.
11. ¿Qué tipos de concreto manejan en la planta?	Concretos de Alta resistencia Concretos de Línea	Concretos autocompactantes, para muros y sistemas industrializados



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO

FECHA: 2018  
VERSIÓN 00

Pregunta	Respuesta México	Respuesta Colombia
	<p>Concretos Convencionales</p> <p>Concretos Estructurales</p> <p>En la norma son 5 y 4 se puede también en 1 y 2 (primera nomenclatura)</p>	<p>Concretos para pavimentos (adecuación de losas tipo MR)</p> <p>Concretos especiales: de baja retracción, de baja permeabilidad</p> <p>Concretos convencionales</p> <p>Concretos Bombeables</p> <p>Concretos 21 Mpa hasta 84 Mpa</p> <p>Concretos Tipo tremi</p> <p>Concretos para tornillo tipo helicoidales</p> <p>Mezclas que dependen de aditivos y adiciones</p>
<p>12. ¿Cómo es el tratamiento durante el transporte del concreto a la obra?</p>	<p>Se realiza por control de posicionamiento y como se cuenta con infraestructura móvil se ubica lo más cercano a los proyectos todo se planifica según la magnitud del mismo.</p>	<p>Validamos primero que todo el ciclo de viaje, y desde la parte comercial ajustan los precios del producto, puesto que contamos con una sola planta en la ciudad de Bogotá (Planta de puente Aranda – la más grande de Latinoamérica). Los tiempos de viajes están entre 20 minutos a 1 hora y media, teniendo en cuenta estos aspectos se realiza una validación si se requiere un concreto especial, para ese cliente por temas de manejabilidad del concreto. Hemos tenido retos como despachos fuera de Bogotá, en el kilómetro 54 de la vía Bogotá – Villavicencio y se utilizaron mezclas especiales, pero para los convencionales que se utilizan dentro de la ciudad ya los tenemos ajustados con unos tiempos prudentes de manejabilidad para que durante el transporte y hasta el</p>



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO

FECHA: 2018  
VERSIÓN 00

Pregunta	Respuesta México	Respuesta Colombia
		<p>momento que llega a la obra y a la hora de la colocación no se presenten problemas.</p> <p>En cuanto a los conductores ellos tienen una inducción de 1 a 2 semanas en las que se les enseña el producto como se maneja, el tema de aditivos, que reacciones tiene, temas de manejo de concreto en obra y la manipulación de los mismos en el caso que se requiera.</p>
<p>13. ¿Qué número de muestras de control del concreto se hacen?</p>	<p>Se realizan 4 cubos de muestreos.</p>	<p>Se realizan 6 probetas por muestra.</p>
<p>14. ¿Cuándo no se cumple el asentamiento que procedimiento utilizan?</p>	<p>Regularmente, se encarga la gente de calidad, hay productos específicos, en los cuales nos piden en que cada carro cargado vaya muestreado con la prueba de (Revenimiento), asentamiento para ustedes, prueba de temperatura controlada y esos son los que nos piden que sean muestreados cada uno ósea cada carga que sea muestreada. Hay clientes que incluso nos piden que les mostremos nuestra pantalla de carga, pero pues esto es un procedimiento, un convenio que se hace con un contrato de confidencialidad.</p> <p>El producto es re direccionado hacia la planta, se verifica como viene en cuanto al aspecto y cuando la gente de calidad autoriza es reubicado en ciertos puntos de acuerdo</p>	<p>Desde la planta se garantiza que los concretos salgan con un asentamiento por ejemplo de 7" y llegan a la obra en 6" para esto se utilizan aditivos, los cuales están previamente dosificados por metro cúbico, este procedimiento se realiza antes de la colocación y es mezclado en la Mixer para mejorar esta condición</p>



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE  
CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL  
CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO:  
COLOMBIA - MÉXICO

FECHA: 2018  
VERSIÓN 00

Pregunta	Respuesta México	Respuesta Colombia
	<p>a las características y necesidades, esto ya se ha dejado de hacer, con reutilizar este producto puesto que ambientalmente, por la ISO 14000, lo que no buscamos es impactar con el tema de los agregados, pero lo que mucho va es que la misma gente, clientes en específico, si le piden un relleno fluido, y me están regresando un MR, y lo podemos aprovechar ya que para mí proceso constructivo, ya no me sirve y a la hora de hacer los ensayos ya no me dan y por este caso aumentan los costos, a lo mejor por apoyo se daba antes, ya es muy complicado incluso para nosotros en el tema de ya no querer regresarlo a planta es la salida del mismo, tener un manejo del residuo sólido (Escombro) nos genera un impacto ambiental, debemos tener una licencia, debemos contar con varias situaciones que nos permitan sacarlo dentro de la misma zona, incluso el mismo proveedor nos debe dar una validación y una carta de garantía de donde podemos hacer disposición de ese material, entonces cuando suceden este tipo de situaciones lo que hacemos es buscar una obra que tenga el mismo producto y que cumpla con las mismas características que ya lleva el mismo, pues bueno si salió alto, el cliente me lo va a aceptar así, cuando sale alto incluso el mismo cliente, por la complejidad que se tiene, también ustedes en Bogotá,</p>	



Pregunta	Respuesta México	Respuesta Colombia
	el cliente dice: pues me espero, porque yo sé que la unidad va a tardar en llegar.	
15. ¿Cuándo no se cumple la resistencia que procedimiento utilizan?	Nosotros tenemos una muestra de esa remisión y lo que si no sucede en ese momento es que se hace el rastreo o la trazabilidad de nuestras cargas para empezar a validar todas las cargas que salieron de ese pedido, por ejemplo, si fueron 7 cargas, rastreo las 7 y debemos empezar a buscar por qué motivo, o en qué momento se presentó el error.	Se garantiza desde la gestión comercial la información inicial de los diseños de la mezcla que solicita el cliente, y Holcim hace recomendaciones técnicas y se inicia un acompañamiento antes de la ejecución del proyecto. En cuanto al procedimiento en planta se toma una muestra en las instalaciones, por lote de producción, con los ensayos pertinentes, se garantiza la resistencia y las características solicitadas por el cliente. Cuando el cliente haya desviaciones en la resistencia estas van amarradas al proceso de instalación del concreto en obra, por lo cual Holcim cuenta con un personal de soporte técnico y profesionales calificados los cuales realizan la visita al proyecto y miran los procesos de colocación del concreto, de curado y de control de calidad del mismo, para validar las condiciones ya que esto puede generar aumento en las desviaciones.
16. ¿A qué proyectos actualmente le están suministrando el concreto?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autopista Siervo de la Nación</li> <li>• Proyectos de Zona Rosa</li> <li>• Por la geografía de la Ciudad de México muchas plantas comparten proyectos.</li> <li>• Colados al aeropuerto Benito Juárez</li> </ul>	Proyectos grandes que trabajen con nosotros, esta Prabyc, Marval, IDU, Transmilenio S.A, procesos de adecuación del Aeropuerto El Dorado, Centros comerciales como parque Colina y otros proyectos como la Felicidad, Proyecto Bacata, en el alcanzamos resistencias de hasta 100 Mpa y reto de



Pregunta	Respuesta México	Respuesta Colombia
	<p>La distribución tiene que ver mucho con el tema geográfico y también por el tema de agregados, ya que no todas las plantas tienen los mismos elementos de producción.</p> <p>Reforma 509 la zona más emblemática de la ciudad.</p>	<p>manejabilidad de material, Doble calzada Bogotá – Villavicencio.</p>
<p>17. ¿Con que empresas tienen alianzas actualmente?</p>	<p>Alianzas como tal te digo como son varios productos los que maneja Cemex como marca, desde el concreto, los saco, el a granel, inclusive adictivos ya tenemos Cemex adictivos, está dentro de la compañía. Solamente productos como el color (pigmentos a base de gel) no en polvo, se usa con terceros. Pero como tal Cemex le vende a concreteras pequeñas.</p>	<p>Se hizo alianza con la empresa francesa Lafarge la mayor productora de cemento.</p>
<p>18. ¿Qué tipos de agregados utilizan?</p>	<p>Se manejan 7 agregados. (en una góndola)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Andesitas de 20</li> <li>• Calizas de 10</li> <li>• Andesitas de 10</li> <li>• Arena de rio</li> <li>• Arena Caliza (Una mezcla propuesta por el personal de calidad de Cemex) (Derivado de un material de la caliza)</li> <li>• Arena Andesita</li> </ul>	<p>En esta planta las materias primas, son suministradas en su mayoría por terceros, los agregados pétreos provienen del Tolima, Villavicencio, y otras de la Sabana de Bogotá.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arena Triturada de rio</li> <li>- Arena de peña</li> <li>- Gravas de ½, ¼ y de 1"</li> </ul> <p>Tenemos una capacidad de almacenamiento de 3500 toneladas, que cuenta con un sistema de cubierta con sistema de aspersión de agua para mantener hidratadas las gravas que podrían en algún momento llegar a absorber el agua de la mezcla.</p>

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. CASO DE ESTUDIO: COLOMBIA - MÉXICO	FECHA: 2018 VERSIÓN 00
---	---	---------------------------

Pregunta	Respuesta México	Respuesta Colombia
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suministro principal (Cotica – Celiza de Vallejo) (Agregado)</li> <li>• Suministro de arena de río (Mina San Juan)</li> </ul>	

Fuente: Resultado entrevista dirigida – Colaboradores CEMEX, México y HOLCIM, Colombia