



**UNIVERSIDAD MICHUACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**



**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

**TESIS**

**CONTROL DE CALIDAD EN OBRA DE PROTECCION, EN EL RIO TUZANTLA EN TRAMOS  
DISPERSOS Y AFLUENTE ARROYO LA PINZANERA, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE  
TUZANTLA, MICHUACAN.**

**AUTOR: AGUSTIN CAMARILLO TORRES**

**PARA OBTENER EL TITULO DE: INGENIERO CIVIL**

**ASESORA: M.I. CINDY LARA GOMEZ**

**MORELIA, MICHUACAN. FEBRERO, 2017**



## DEDICATORIAS

Este trabajo se lo dedico especialmente a Dios por haberme permitido estar donde hasta ahorita estoy y por acompañarme a todos lados.

A mis padres, que con su apoyo y ayuda me impulsan en todo momento a cumplir mis metas, les debo tanto de lo que me han podido brindar.

Agustín Camarillo Leyva

Gabriela Torres Rodríguez (Q.E.P.D.)

A mi hermana por su apoyo incondicional y ser un gran ejemplo a seguir como persona, y esforzarte a cumplir las metas que cada uno se propone.

Celia Camarillo Torres

A mis tíos, por apoyarme en el transcurso de mi carrera y sacarme de grandes apuros, así como su apoyo para poder realizar este trabajo.

Arturo Camarillo Leyva

Jorge Camarillo Leyva

Luis Camarillo Leyva

A mi novia, que en todo momento siempre confió en mí y me apoyo en los momentos más difíciles de mi carrera, la cual está siempre apoyándome y dándome aliento para ser cada día mejor.

Alicia Méndez Ortiz

## Agradecimientos

Agradecer de manera incondicional a mi asesora Cindy Lara Gómez por haberme apoyado tanto en la realización de este trabajo e impulsarme a sacarlo adelante.

A todos mis amigos en general, por sus grandes consejos y ayudas durante la carrera y en el apoyo que me brindan hasta hoy en día.





## INDICE

### Capítulo I

Introducción	8
--------------	---

### Capítulo II

Antecedentes del proyecto	10
---------------------------	----

### Capítulo III

Descripción del proyecto	12
III.1. Obras preliminares	12
III.2. Concreto Hidráulico	13
III.3. Acero de refuerzo para concreto hidráulico	33

### Capítulo IV

Procedimiento de construcción	40
IV.1. Limpia, trazo y nivelación	40
IV.2. Excavación a cielo abierto	41
IV.3. Rellenos y compactaciones	42
IV.4. Plantilla	42
IV.5. Armado del muro de protección	43
IV.6. Colocación de ojillos y banda de PVC	45
IV.7. Colocación de cimbra y colado de la zapata del muro	46
IV.8. Cimbrado y colado del muro	48
IV.9. Pruebas de control de calidad	50



IV.10. Descimbrado	52
IV.11. Curado del concreto	55
IV.12. Anexo fotográfico	57
<b>Capítulo V</b>	
Pruebas de control de calidad al concreto	66
V.I.1. Muestreo de concreto fresco	67
V.I.2. Revenimiento	68
V.I.3. Moldeo de cilindros	73
V.I.4. Curado del concreto	76
V.I.5. Cabeceo de cilindros	76
V.I.6. Resistencia a la compresión	78
V.I.7. Datos obtenidos en el laboratorio	81
V.I.8. Criterios de evaluación de resultados del concreto hidráulico	84
V.I.9. Resultados estadísticos	88
<b>Conclusiones</b>	109
<b>Bibliografía</b>	111





## RESUMEN

Para la ejecución de la construcción del muro de protección de concreto, se describirá el proceso constructivo en cada una de las etapas que se realizaron durante dicha obra, así como el papel importante que representa el laboratorio, en el cual el concreto estructural se analizó por métodos estadísticos para verificar que las resistencias que se obtuvieron sean las requeridas conforme a lo especificado.

El laboratorio del control de calidad juega un papel muy importante, el cual tiene una gran responsabilidad durante el procedimiento constructivo de la obra, ya que con esto lleva a que el procedimiento de la obra se realice de acuerdo a unas especificaciones y criterios para que la calidad de resistencia cumpla con las especificaciones de acuerdo a las pruebas realizadas en el laboratorio.

El control de calidad lleva un proceso desde lo constructivo hasta lo estadístico de las pruebas de concreto, para lo cual se realizaron pruebas de compresión simple para el concreto a 7, 14 y 28 días de su elaboración.

### Palabras claves

Concreto, Laboratorio, Control de calidad, Proceso constructivo, Estadísticas.





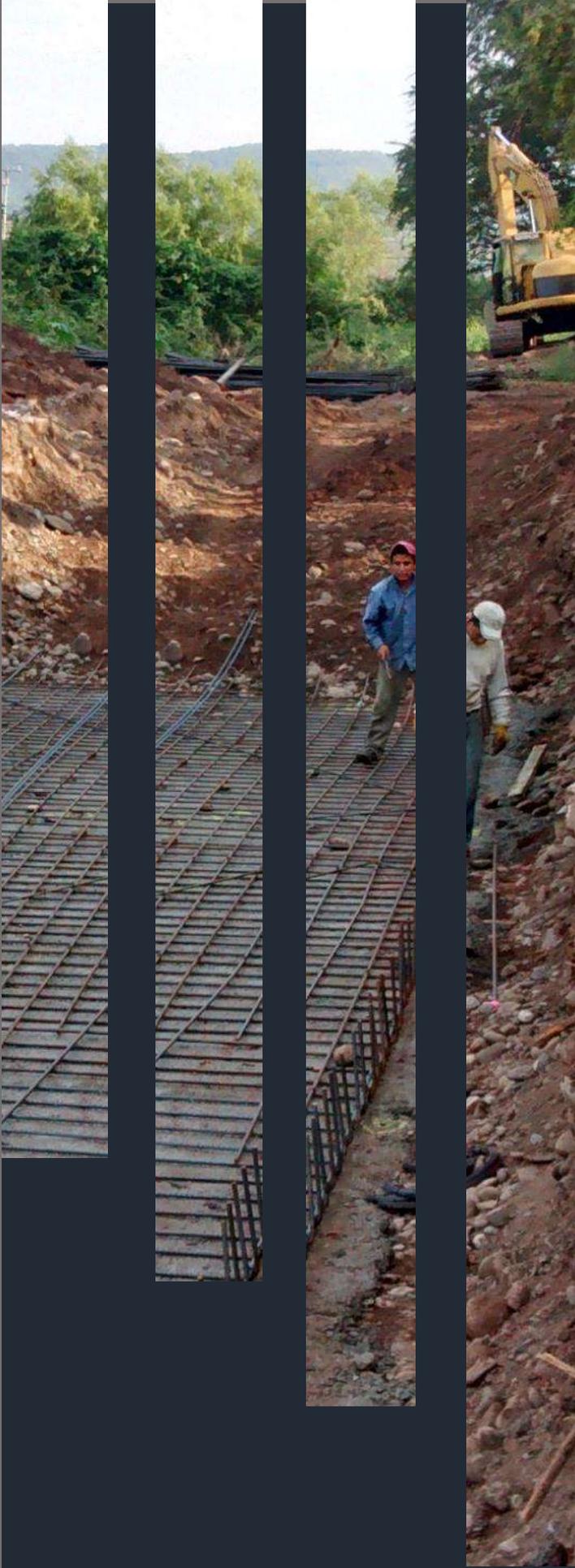
## ABSTRACT

For the execution of the construction of the protection wall of concrete, the constructive process will be described in each of the stages that were realized during the above mentioned work, as well as the important role that represents the laboratory, in which the concrete structural one was analyzed by statistical methods to verify that the resistances that were obtained are needed in accordance with the stated thing.

The laboratory of the quality control plays a very important role, which one has a big responsibility during the constructive procedure of the work, since with this it leads that the procedure of the work is realized in accordance with a few specifications and criteria so that the resistance quality expires with the specifications in accordance with the tests realized in the laboratory.

The quality control takes a process from the constructive thing up to the statistical of the tests of concrete, for which tests of simple compression were realized for 1 limit to 7, 14 and 28 days of its making.





# CAPÍTULO I

# INTRODUCCIÓN



## CAPITULO I

### INTRODUCCION

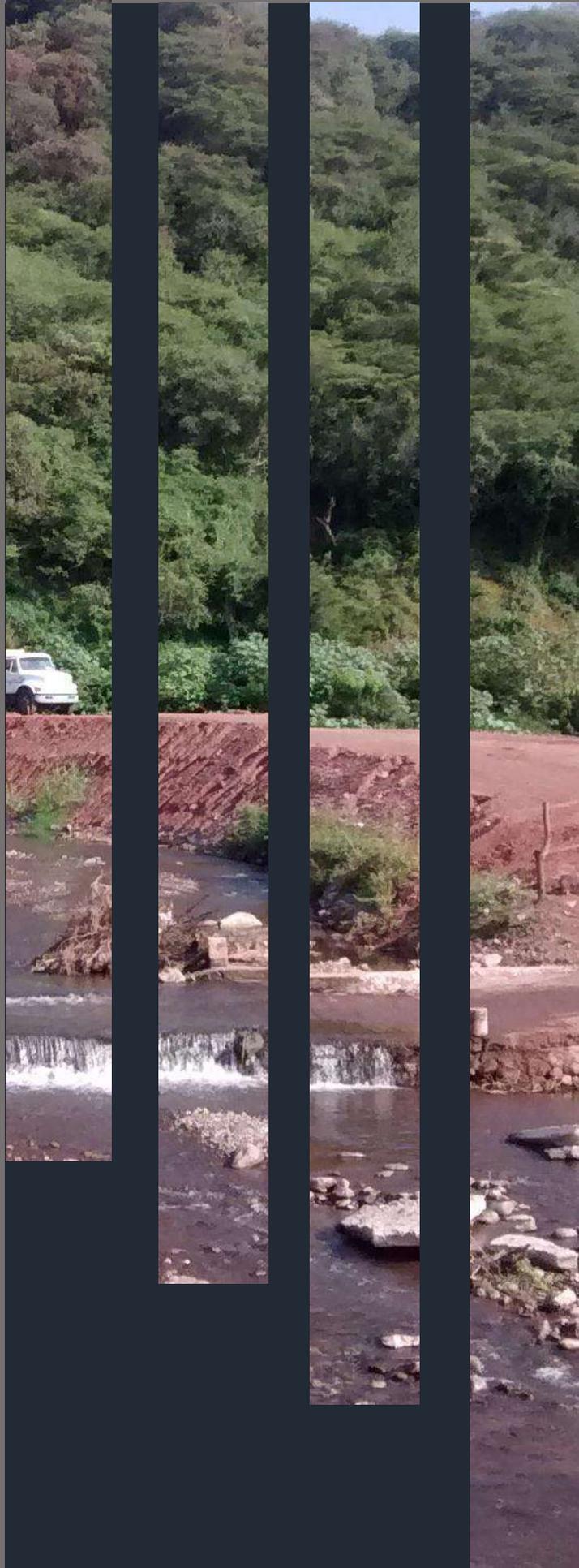
En el presente trabajo de tesis se hablara de cómo se llevó el Control de Calidad de la construcción de un muro de protección, en la comunidad de Tiquicheo, así como el procedimiento constructivo de este.

El laboratorio que realiza el control de calidad de alguna obra tiene una gran responsabilidad y juega un papel muy importante durante el procedimiento de la obra, ya que en él se deposita la confianza y con este lleva a que el procedimiento de la obra se realice de acuerdo a unas especificaciones para que la calidad de resistencia cumpla con las especificaciones de acuerdo a las pruebas realizadas en el laboratorio.

En este caso el laboratorio Loramy Supervisión fue el encargado de llevar el control de calidad de esta obra, en la cual se llevó el control de calidad de las pruebas de concreto, para lo cual se realizaron pruebas de compresión simple para el concreto a 7, 14 y 28 días de su elaboración.

En esta tesis nos enfocaremos principalmente a la ejecución de la construcción del muro de protección de concreto, en el cual los resultados que corresponden al concreto estructural se analizaron por métodos estadísticos para verificar que las resistencias que se obtuvieron en el laboratorio son las requeridas conforme a lo requerido, y para lo cual verificar que el control de calidad que se realizo fue bueno de acuerdo a lo especificado.

Algunos resultados de las pruebas pueden variar de acuerdo a varios factores que influyen durante la toma de los especímenes entre estos como pueden ser; la elaboración del concreto, el llenado de los cilindros, transporte, curado, entre otros factores.



## CAPÍTULO II

# A NTECEDENTES DEL PROYECTO



## CAPITULO II

### ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Históricamente la Comunidad de Tiquicheo, se ha visto afectada por inundaciones causadas por el desbordamiento del Río Tiquicheo, con este fin se realizó el proyecto ejecutivo y la construcción de obras de protección consistentes en un muro de protección a base de concreto armado ubicado sobre la margen derecha del Río Tiquicheo, mismo que tiene una altura de 4.50 metros con una longitud total de 140 metros lineales, este con el objetivo de proporcionar seguridad a los habitantes de la Comunidad de Tiquicheo de Nicolás Romero, con la ejecución de estos trabajos se beneficia una población que asciende a 5,430 habitantes.

El Río Tiquicheo, se localiza entre las latitudes 18°54' de latitud norte y 100°44' de longitud al oeste. La cuenca tiene una longitud en el cauce principal de 109.5 km y un área de 2,132.30 km<sup>2</sup>.

Debido a los eventos de precipitación que cada año se presentan en la parte alta de la cuenca del Río Tiquicheo, se presentan grandes avenidas las cuales provocan que el cauce del Río crezca y anteriormente se veía rebasado en su capacidad, pero con el muro de concreto armado que se construyó en la margen derecha del río a la altura de la población de Tiquicheo de Nicolás Romero, han ayudado a controlar las inundaciones por el desbordamiento del río y con ello las afectaciones que cada año sufría la población en sus bienes inmuebles e integridad, planeando tuberías en puntos estratégicos para desalojar los escurrimientos naturales de las precipitaciones pluviales, entre otras cosas.

Las velocidades que se presentan en el cauce del río son erosivas y aunado a que el material que existe en la plantilla del cauce es producto de los arrastres que trae consigo desde la parte alta de la cuenca, ha provocado que con el paso del tiempo el cauce del río se ha recargado hacia la margen derecha por causas de que es una curva externa y que en el centro y la curva interna se deposita gran cantidad de azolve, erosionando con ello la margen y el nivel de desplante del muro de gaviones, por lo que se hace necesario la construcción de estructuras que ayuden a contrarrestar los efectos de la erosión en la margen.



## CAPÍTULO III

# DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO



## CAPITULO III

### DESCRIPCION DEL PROYECTO

#### III.1. Obras Preliminares

**III.1.1. Definición** Los trabajos a ejecutar antes de hacer el desplante del muro de concreto, para la protección del terreno, así como para facilitar y permitir la iniciación de la construcción.

Considerando obras preliminares como:

Desmante y limpia del terreno en el sitio de la obra, incluye carga, descarga y acarreo libre hasta el sitio de disposición final.

Excavación con equipo mecánico, para desplante de estructura, en cualquier material excepto roca.

Plantilla.

**III.1.2. Requisitos de ejecución** Entrega del terreno, trazo y nivelación.

Limpieza: La limpieza se ejecutara en toda el área del terreno y el producto de la limpieza del terreno se colocara en un sitio de disposición final, pudiendo este quedar dentro o fuera de la obra.

Excavaciones: En este caso se utilizó maquinaria para realizar las excavaciones correspondientes y necesarias para poder hacer limpieza.

En el caso de que el suelo de la cimentación presente alguna diferencia al previsto o presente características nocivas para la obra se tendrá que proyectar una nueva cimentación. Las paredes de la excavación se harán tan verticales como el terreno lo permita.

Los materiales inestables tendrán que ser removidos y toda materia orgánica que sobresalga deberá de cortarse al ras, piedras salientes, oquedades u otras irregularidades.

Plantilla: Servirá como mejoramiento de la superficie de desplante, para la protección del acero de refuerzo. Será de concreto hidráulico de un  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ . Deben de tener un espesor minino de 6 cm y se deberán apisonar y terminar uniformemente.

#### III.1.3 Criterios de medición y base de pago

La limpieza del terreno se medirá tomando como unidad el metro cuadrado.

Las excavaciones se medirán tomando como unidad el metro cubico,



teniendo en cuenta:

Para cualquier profundidad, a partir del borde más bajo del terreno original; verificándose en la excavación misma, tomando como base los volúmenes definidos en el proyecto, con las modificaciones en más o en menos, ordenadas conforme lo indique el proyecto.

Los derrumbes y azolves originados por causas no imputables deberán medirse y clasificarse directamente en el propio material y serán los únicos que se medirán para efectos de pago.

Las plantillas construidas sobre la superficie de desplante se medirán tomando como unidad el metro cuadrado.

### III.2 Concreto Hidráulico

**III.2.1. Definición:** Es el resultado de la mezcla y combinación, en dosificación adecuada, de cemento Portland, agregados pétreos finos y gruesos seleccionados y agua, que se utilizaran en la construcción de elementos estructurales.

Cuando lo requiera el proyecto se fijara el tipo de adiconante que podrá usarse en la elaboración del concreto hidráulico para mejorar su trabajabilidad, acelerar su fraguado, endurecer la superficie, aumentar sus propiedades de impermeabilidad o estabilizar el volumen.

#### III.2.2. Materiales

Los materiales que se emplean en la fabricación del concreto hidráulico son los siguientes:

- Cemento
- Agua
- Agregado fino
- Agregado grueso
- Adicionantes

La norma mexicana (NMX-C-414-ONNCCE-2014) establece una nomenclatura para los tipos de cemento. En la siguiente tabla (**VER TABLA I**) se muestra la nomenclatura de cada tipo de cemento.

Los tipos de cemento son los siguientes:

- CPO Cemento Portland Ordinario
- CPP Cemento Portland Puzolanico
- CPEG Cemento Portland con escoria granulada de alto horno
- CPC Cemento Portland Compuesto
- CPS Cemento Portland con humo de sílice



- CEG Cemento con escoria granulada de alto horno<sup>2</sup>

Además estos cementos pueden presentar características especiales, así como sus clases de resistencia: 20, 30, 40, las cuales designan resistencias a compresión mínimas a los 28 días de 20 Mpa, 30 Mpa y 40 Mpa (200 kg/cm<sup>2</sup>, 300 kg/cm<sup>2</sup> y 400 kg/cm<sup>2</sup>). Hay dos clases más de resistencia: 30R Y 40R que además de presentar resistencia a compresión mínima a los 28 días de 30 Mpa y 40 Mpa, también deben presentar resistencia a compresión a los 3 días de 20 Mpa (200 kg/cm<sup>2</sup>) y 30 Mpa (300 kg/cm<sup>2</sup>).

Tipo	Denominación	Clase Resistente	Características Especiales
CPO	Cemento Portland Ordinario	20 30 30R 40 40R	RS (resistente a los sulfatos) BRA (Baja Reactividad Alcali-Agregado) BCH (Bajo Calor de Hidratación) B (Cemento Blanco)
CPP	Cemento Portland Puzolánico		
CPEG	Cemento Portland con Escoria de Alto Horno		
CPC	Cemento Portland Compuesto		
CPS	Cemento Portland con Humo de Sílice		
CEG	Cemento con Escoria de Alto de Horno		

**TABLA I – TIPOS Y CLASES DE CEMENTO - (NMX-C-414-ONNCCE-2014)**

La “R” representa una rápida adquisición de resistencia en el cemento.

Según las necesidades del proyecto los cementos pueden requerir de una o más características especiales. Por lo que puede ser requerido un CPO RS, que es un Cemento Portland Ordinario resistente a los sulfatos o bien un CPO B un Cemento Portland Ordinario Blanco.

Existen distintos tipos de cemento, se pueden clasificar en tres grandes grupos, cemento calcáreo, cemento portland y cemento de alta alúmina. En este caso hablaremos más a fondo del cemento portland ya que es el más común y fue el empleado para el proyecto.

Se fabrican diferentes tipos de cemento portland para satisfacer varios requisitos físicos y químicos para aplicaciones específicas. Los cementos portland se producen, conforme a la norma ASTM C150

La ASTM C 150, especificaciones de norma para el Cemento Portland (Standard Specification for Portland Cement) designa los siguientes tipos de cementos, como se muestran a continuación.

- Tipo I



El tipo I es el más común, no solo en México, sino que también a nivel mundial ya que sus propiedades como la finura, calor de hidratación y resistencia mecánica son conocidas ya que se utiliza desde hace mucho tiempo, permite ser usado en diferentes climas y gran variedad de elementos formados por concreto. Existen otros cuatro tipos de cemento en las cuales sus propiedades cambian con la finalidad de satisfacer las demandas que tendrá el concreto tanto en estado fresco como endurecido.

- Tipo II  
Este tipo de cemento tiene la característica de ser resistente al ataque por sulfatos debido a su bajo contenido de Aluminato tricalcico ( $CA_3$ ), un contenido alto de este compuesto ( $CA_3$ ) ocasiona expansión y a su vez agrietamiento en el concreto cuando esta expuesto a sulfatos. Otro factor que afecta la resistencia a este ataque es la relación Agua/Cemento, para que el concreto sea más durable ante la exposición a los sulfatos se necesita una baja relación A/C para que la cantidad de poros en el concreto sea mínima y esta se haga impermeable impidiendo la penetración de cualquier agente químico al acero de refuerzo.
- Tipo III  
En algunos casos se requiere retirar la cimbra o poner en servicio la estructura en menor tiempo y para ello es necesario que el concreto alcance resistencias a edad temprana. Cuando este sea el caso el cemento portland tipo III satisface estos requerimientos debido a que los tamaños de las partículas son más pequeñas, su finura es mayor permitiendo un alcance de resistencia a menor edad. Física y químicamente es muy similar al tipo I.
- Tipo IV  
Este tipo de cemento tiene la propiedad de liberar calor de forma más lenta y en menor cantidad que los otros tipos de cemento. Cuando se aumenta la cantidad de aluminato tricalcico ( $CA_3$ ) en la composición del cemento se reduce el calor de hidratación, esto ocasiona resistencias bajas a edades tempranas. Este tipo de cemento es favorable cuando la temperatura del concreto aumenta demasiado al reaccionar con el agua que causa agrietamiento, generalmente en concreto masivo como las presas de gravedad.  
El cemento tipo IV raramente está disponible en el mercado.
- Tipo V  
A diferencia del tipo II, este cemento tiene aún más baja la cantidad



de aluminato tricálcico, menor al 5% en su composición total. El cemento tipo V se utiliza en concretos expuestos a la acción severa de sulfatos, principalmente donde el suelo y el agua subterránea tienen alta concentración de sulfatos. Su desarrollo de resistencia es más lento que el cemento tipo I.

La ASTM C 150 presenta especificaciones para tres cementos con aire incluido (Tipo IA, IIA Y IIIA). Ellos corresponden a la composición de los cementos ASTM tipos I, II y III, respectivamente, a excepción de que, durante su producción, se muelen pequeñas cantidades de material incorporador (incluso) de aire juntamente con el clinker.

La siguiente tabla (**VER TABLA II**) muestra una comparativa de cementos entre NMX-ASTM

NMX-C-414-ONNCCE-2004	ASTM C-150
CPO 30, CPO 30R, CPC 30, CPC 30R	Tipo I
Cualquier cemento que cumpla con la característica especial BCH y/o RS	Tipo II
CPO 40, CPO 40R, CPO 40R	Tipo III
Cualquier cemento que cumpla con la característica especial BCH y/o RS	Tipo IV
Cualquier cemento que cumpla con la característica especial BCH y/o RS	Tipo V

**TABLA II – COMPARATIVA DE CEMENTOS NMX-ASTM**

Cuando el proyecto no indique el tipo de cemento que se debe de usar en una obra, este será CPO, para lo cual en este caso se utilizara un Cemento tipo I.

Los compuestos principales del cemento portland son: Cal (CA O), Sílice (Si O<sub>2</sub>), Alúmina (Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub>) y Oxido de hierro (Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub>).

Generalmente a los cementos les adicionan otras sustancias en la etapa de molienda del clinker, por razones económicas; esas sustancias pueden ser escorias, puzolanas o calizas. Cuando se agregan escorias, se les llama cementos portland siderúrgicos y cuando son puzolanas se dice que el cemento es portland puzolanico.

El agua es un componente esencial en las mezclas de concreto y mortero, pues permite que el cemento desarrolle su capacidad ligante. Prácticamente cualquier agua natural que se potable y no presente sabor y olor se puede usar como agua de mezcla para la preparación del concreto. Sin embargo, también se puede emplear en concreto algunas



aguas que no se consideran potables.

El agua que se utilice en la elaboración del concreto hidráulico, debe estar limpia y se debe evitar la utilización de agua con contenido de sal mayor al 5%, dentro de los requerimientos como lo marca la norma NMX-C-122-ONNCCE-2004.

El exceso de impurezas en el agua no solo puede afectar el tiempo de fraguado y la resistencia del concreto, sino que también puede causar eflorescencias, manchado, corrosión del esfuerzo, inestabilidad del volumen y reducción de la durabilidad.

El agua de curado tiene por objeto mantener el concreto saturado para que se logre la casi total hidratación del cemento, permitiendo el incremento de la resistencia.

Realmente el agua para concreto es un elemento que no se estudia a detalle como los otros materiales ya descritos, aunque ahorita en la actualidad, se vuelve cada vez más difícil encontrar agua potable de manera natural, debido al crecimiento poblacional y al de la industria.

Los agregados pétreos son: la grava y la arena, formados por granos limpios, duros y libres de materia orgánica.

Los agregados fino y grueso ocupan cerca del 60 al 75% del volumen del concreto (70 a 85% de la masa) e influyen fuertemente en las propiedades tanto en estado fresco como endurecido, en las proporciones de la mezcla y en la economía del concreto.

El tener una distribución por tamaños adecuada hace que los huecos dejados por las piedras mas grandes sean ocupados por las del tamaño siguiente y así sucesivamente hasta llegar a la arena, donde sus diferentes tamaños de granos harán lo propio.

Los agregados deben de cumplir con las especificaciones de la norma NMX-C-111-ONNCCE-2004. El tamaño máximo del agregado se selecciona de acuerdo con el elemento estructural en que se utilice y con lo dispuesto en el reglamento de construcciones.

Si hay buena calidad en los agregados estos nos proporcionaran: Resistencia del concreto, Durabilidad y Alto desempeño.

Debe evitarse el uso de agregados planos o alargados, ya que produce bajas masas unitarias y bajas resistencias mecánicas, ya que tienden a colocarse horizontalmente formándose bajo su superficie bolsas de agua cuando esta sube a la superficie debido a la sedimentación de las partículas solidas, trayendo como consecuencia una notable reducción de la resistencia del concreto.

El almacenamiento de los agregados, se hará de tal manera que no se contaminen y no se altere su composición granulométrica.

Los aditivos para concreto hidráulico son llamados de esta manera ya que son sustancias orgánicas e inorgánicas, en polvo o líquidas que se



adicionan al concreto fresco con la finalidad de cambiar y de mejorar sus propiedades en estado fresco como endurecido. Aunque podemos elaborar concreto sin aditivos, en la actualidad en nuestro país la mayoría de las concreteras ofrecen su producto con aditivos químicos con la intención de economizar el concreto.

Los aditivos que se utilicen en la elaboración del concreto podrán ser:

- Aditivos reductores de agua
- Agentes inclusores de aire
- Aditivos retardantes y acelerantes del fraguado

A continuación se hablara sobre los aditivos más empleados en nuestro medio:

**Aditivos acelerantes:** Un aditivo acelerante es un material que se añade al concreto con el fin de reducir el tiempo de fraguado y acelerar el desarrollo temprano de resistencia. Sin embargo el desarrollo de resistencia del concreto puede ser acelerado por otros métodos tales como:

- El uso de cemento de resistencias altas a tempranas edades como es el cemento Portland Tipo III.
- Aumentando el contenido de cemento.
- Curando el concreto a más altas temperaturas.
- Calentando el agua y los agregados.

El cloruro de calcio es el aditivo acelerante mas utilizado ya que es efectivo por su peso y relativamente más barato. El cloruro de calcio, al igual que las demás sustancias acelerantes debe ser dosificado porque en concentraciones de 1 a 2%, o dosis más altas del peso del cemento es un gran acelerante pero en dosis bajas se convierte en un retardante.

**Aditivos retardantes:** Se emplean principalmente para reducir el efecto acelerante del clima cálido sobre el fraguado del concreto, o simplemente para retrasar el fraguado inicial cuando las condiciones de colocación y compactación son dispendiosas como es el caso de elementos muy esbeltos y elementos muy reforzados o cuando el transporte del concreto debe hacerse a grandes distancias.

**Aditivos reductores de agua y de control del fraguado:** Utilizados para reducir la cantidad de agua del mezclado requerida en la producción del concreto con una consistencia determinada, o para aumentar el asentamiento del concreto con un contenido dado de agua.

Muchos aditivos reductores de agua pueden ser también retardadores del fraguado y algunos pueden incluir ciertas cantidades de aire en el concreto.



El uso de aditivos reductores de agua mejora la manejabilidad del concreto fresco para un mismo asentamiento, facilitando la colocación con menor segregación y mayor respuesta a la compactación. El uso de este aditivo aumenta la durabilidad del concreto al aumentar la resistencia y la impermeabilidad.

En la siguiente tabla (**VER TABLA III**) se mencionan los distintos tipos de aditivos para concreto según la norma NMX-C-255-ONNCCE-2005, la cual trata sobre materiales para ser utilizados como aditivos químicos a ser agregados a mezclas para concreto de cemento hidráulico en obra:

<b>Tipo A</b>	<b>Reductor de agua</b>
<b>Tipo B</b>	<b>Retardante</b>
<b>Tipo C</b>	<b>Acelerante de fraguado inicial</b>
<b>Tipo C2</b>	<b>Acelerante de resistencia</b>
<b>Tipo D</b>	<b>Reductor de agua y retardante</b>
<b>Tipo E</b>	<b>Reductor de agua y acelerante</b>
<b>Tipo F</b>	<b>Reductor de agua de alto rango</b>
<b>Tipo G</b>	<b>Reductor de agua de alto rango y retardante</b>
<b>Tipo F2</b>	<b>Superplastificante</b>
<b>Tipo G2</b>	<b>Superplastificante y retardante</b>
<b>Tipo AA</b>	<b>Modificador del contenido de aire</b>

**TABLA III – CLASIFICACION DE LOS ADITIVOS – (NMX-C-255-ONNCCE-2005)**

Existen otros aditivos químicos para el concreto hidráulico que se adicionan generalmente en estado fresco como los colorantes y desmoldantes, utilizados en el concreto estampado así como selladores de juntas frías.

No se consideran como aditivos los suplementos del cemento como escorias, puzolanas naturales o humo de sílice, ni las fibras empleadas como refuerzo.

La eficiencia de un aditivo depende de factores tales como: tipo, marca y cantidad del material cementante; contenido de agua, forma, granulometría y proporción de los agregados; tiempo de mezclado y temperatura del concreto.

Las razones principales para el uso de aditivos son:

- 1.- Reducción del costo de la construcción de concreto.
- 2.- Obtención de ciertas propiedades en el concreto de manera más efectiva que otras.
- 3.- Mantenimiento de la calidad del concreto durante las etapas de



mezclado, transporte, colado (colocación) y curado en condiciones de clima adverso.

4.- Superación de ciertas emergencias durante las operaciones de mezclado, transporte, colocación y curado.

La Norma Mexicana NMX-C-255-ONNCCE-2013 marca que para concretos de más de 10 cm de revenimiento nominal, se deben de usar aditivos superfluidificantes o de reducción de agua para alcanzar el revenimiento especificado.

Cuando se utilice un cemento envasado, deberá llegar a la obra por envases originales, cerrados en la fábrica y permanecer así protegidos de cualquier humedad, hasta su utilización en la obra.

### III.2.3 Requisitos de ejecución

Los concretos hidráulicos se designaran de acuerdo con la carga unitaria de ruptura a la compresión ( $F'c$ ) fijada en el proyecto. Se obtendrán especímenes de ensaye con frecuencia para que se verifique si el concreto que se elabora en obra o bien el concreto premezclado cumple o no cumple, en caso de no cumplir con dicha resistencia, deberá removerse o demolerse y este sustituirse por concreto nuevo que cumpla con las características en el proyecto.

La calidad del concreto endurecido se verificara mediante pruebas de resistencia a compresión en cilindros fabricados, curados y aprobados de acuerdo a las normas NMX-C-159-ONNCCE-2004 y NMX-C-083-ONNCCE-2014 en el laboratorio para comprobar su calidad.

La principal propiedad del concreto fresco es la trabajabilidad. Existen distintas pruebas para medir la trabajabilidad, como las que se enlistan a continuación:

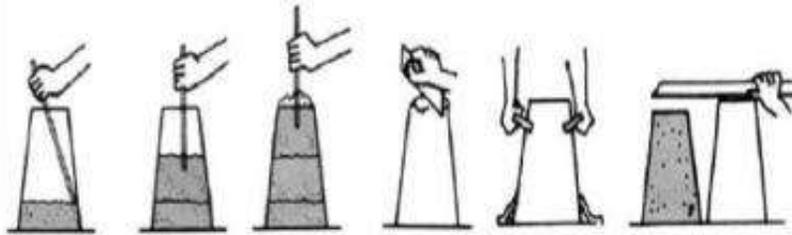
- Prueba de revenimiento
- Prueba de factor de compactación
- Prueba de fluidez de la ASTM
- Prueba de remoldeo
- Prueba Vebe

La prueba más popular en el mundo de la construcción es la de Revenimiento, esta prueba sirve para determinar la consistencia del concreto hidráulico en estado fresco, es importante ya que es la más sencilla de realizar tanto en campo como en laboratorio y ofrece resultados de mayor confianza que las demás pruebas.

La prueba de revenimiento como lo marca la NMX-C-156-ONNCCE-2010



consiste en llenar un molde troncocónico de dimensiones normadas, 20 cm en su diámetro mayor, de 10 cm en el menor y 30 cm de altura, en tres capas con 25 golpes cada una con una varilla punta de bala de 5/8" de diámetro, enrasar la ultima capa y levantar el molde a una altura aproximada de 30 cm en  $5 \pm 2$  segundos y medir la distancia que se reviene, como se muestra en la siguiente imagen (**VER IMAGEN I**)



**IMAGEN I – PRUEBA DE REVENIMIENTO – NMX-C-156-ONNCCE-2010**

Para que el concreto cumpla con el requisito de revenimiento, el valor determinado debe concordar con el nominal especificado, con sus respectivas tolerancias.

REVENIMIENTO ESPECIFICADO EN cm.	TOLERANCIA EN cm.
menos de 5	$\pm 1.5$
5 a 10	$\pm 2.5$
más de 10	$\pm 3.5$

**TABLA IV – VALOR NOMINAL DEL REVENIMIENTO Y TOLERANCIAS – (NMX-C-403-ONNCCE-2013)**

Al concreto en estado fresco, antes de su colocación en las cimbras, se le deben de hacer pruebas para verificar que cumple con los requisitos de revenimiento.

A la distancia que se reviene se le llama revenimiento y esta dado en centímetros. Por definición entre mayor sea el revenimiento mayor será la trabajabilidad. Es importante mencionar que después de los 20 centímetros de revenimiento se le llama expansión y se mide el ancho de la mezcla revenida en dos direcciones y se promedian ambas direcciones, la expansión oscila entre los 44.5 y 81 centímetros de acuerdo a la norma mexicana NMX-C-156-ONNCCE, 2010.

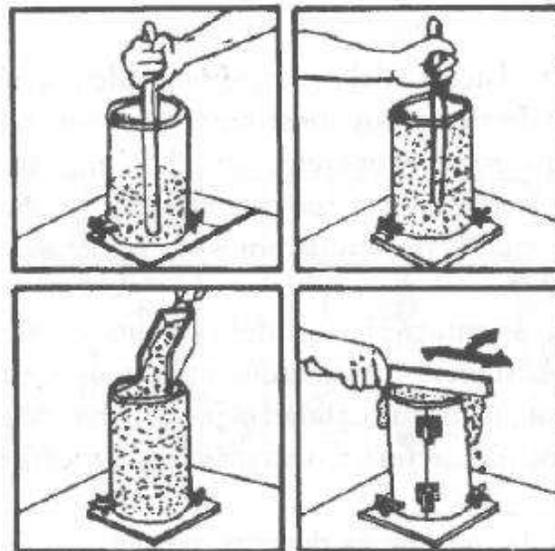
El buen comportamiento a la compresión es una propiedad intrínseca del concreto, por esta razón es que es un material optimo, cuando los



esfuerzos que predominan en el elemento estructural son de compresión. La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica más importante de un concreto y se utiliza normalmente para juzgar su calidad. Para llevar el control de calidad en el concreto endurecido es la resistencia a la compresión y la norma mexicana NMX-C-083-ONNCCE, 2002 es la que la rige.

Los factores que afectan la resistencia del concreto se pueden dividir en dos: Los primeros tienen que ver con la calidad y cantidad de elementos constitutivos del concreto: agregados, cemento y agua y los segundos a la calidad del proceso del concreto: mezclado, transporte, colocación, compactación y curado.

Para medir la resistencia a la compresión, se elaboran cilindros testigos de las mezclas que se están usando en la estructura conforme a la norma NMX-C-161-ONNCCE-2103, los cilindros son generalmente de 30 cms de altura por 15 cms de diámetro, se elaboran en tres capas y a cada capa se le dan 25 golpes con una varilla estándar, golpeando ligeramente los lados del molde de 10 a 15 veces con el mazo de hule después de cada capa con el fin de cerrar vacíos, al final enrasar la parte superior, para producir una superficie plana, pareja y a nivel y cubrir con una bolsa de plástico.



**IMAGEN II – TOMA DE CILINDROS DE CONCRETO – (CONCRETO Y OTROS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION)**

Los cilindros deben de ser transportados de regreso al laboratorio a las 48 horas después del colado y no deben de ser movidos o transportados hasta al menos, ocho horas después del fraguado inicial.



La resistencia a los 7 días normalmente se estima como 75% de la resistencia a los 28 días y las resistencias a los 56 y 90 días son aproximadamente 10 y 15% mayores que la resistencia a los 28 días.

La resistencia a compresión que el concreto logra  $F'c$  es función de la relación agua – cemento, de cuanto la hidratación a progresado, del curado, de las condiciones ambientales y de la edad del concreto.

Las edades de prueba comúnmente empleadas son: 7 días, 14 días y 28 días para las pruebas de resistencia a la compresión y resistencia a la flexión. Los cementos elaborados con cemento de resistencia rápida y/o con el uso de aditivos acelerantes, se prueban frecuentemente a 1 días, 3 días, 7 días, 14 días y 28 edad.

Para verificar la resistencia a compresión de concreto con las mismas características y nivel de resistencia, se tomara como mínimo una muestra por cada día de colado, pero no menos de una por cada  $40m^3$  de concreto dosificado en masa. De cada muestra se fabricara y ensayara 4 cilindros.

Un criterio de evaluación para poder interpretar resultados del concreto hidráulico se puede determinar por medio de la estadística, los cuales proporcionan medios valiosos para evaluar los resultados de las pruebas de resistencia y la información derivada de estos procedimientos sirve también para reafirmar criterios y especificaciones de diseño.

Para que estos procedimientos sean validos deben obtenerse de muestras tomadas al azar y para obtener el mínimo de información debe efectuarse una cantidad suficiente de pruebas.

Un concreto será de buena calidad cuando cumpla las especificaciones para las cuales fue diseñado. Esto se logra si las técnicas y los materiales empleados para producirlos son de buena calidad.

Una calidad deficiente en el concreto que se utiliza representa un riesgo para la estabilidad de la obra.

El control de calidad del concreto al igual que el de cualquier producto se basa en tres actividades:

- Control de materias primas.
- Supervisión del proceso completo de fabricación.
- Verificación total del producto terminado.

Una resistencia uniforme significa un control uniforme.

Desafortunadamente, el concreto es una material inherentemente variable. Aun si se toman todas las precauciones necesarias, los resultados



de ensaye mostraran una variación, pero mientras mayor cuidado se tenga, generalmente será menor la variación.

Se entiende por coeficiente de variación (Cv), a una medida de dispersión que se define como al cociente que resulta de dividir la desviación estándar (s) entre el promedio de las resistencias obtenidas (m) o sea:

$$Cv = s/m$$

$$S = [\sum (Xi - m)^2 / (n - 1)]^{1/2}$$

En donde:

Xi = Resistencia individual de cada uno de los especímenes.

n = Numero de pruebas de resistencia.

Para un caso particular de un f'c ≥ 200 kg/cm<sup>2</sup>, el comité ACI 214-77 considera los valores de dispersión de la desviación estándar para los diferentes niveles de control de calidad, como se muestra en la siguiente tabla (**VER TABLA V**)

Clase de Operación	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Aceptable	Pobre
Pruebas de control de campo	< 25 Kg/cm <sup>2</sup>	25-35	34-40	40-50	> 50 Kg/cm <sup>2</sup>
Mezcla de prueba en el laboratorio	< 15 Kg/cm <sup>2</sup>	15-17	17-20	20-25	> 25 Kg/cm <sup>2</sup>

**TABLA V (DIFERENTES VALORES DE LA DESVIACION ESTANDAR, DEPENDIENDO DEL CONTROL DE CALIDAD [ACI 214])**

La primera determinación del coeficiente de variación se hará con los resultados obtenidos de un mínimo de 30 muestras. El coeficiente de variación de las mismas debe ser igual o menor de 0.15

El RDF (Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal) considera que los valores habituales del coeficiente de variación de los concretos estructurales son (**VER TABLA VI**)



Proceso de Manufactura	Coefficiente de Variación (CV)
Concreto premezclado mecánicamente, proporcionado por masa y controlando el contenido de agua de los agregados pétreos	0.15
Concreto mezclado mecánicamente, proporcionado por volumen	0.25
Concreto mezclado manualmente, proporcionado por volumen	0.30

**TABLA VI (COEFICIENTES DE VARIACION EN CONCRETOS ESTRUCTURALES) - RDF**

Todo concreto se debe de mezclar completamente hasta que tenga una apariencia uniforme, con todos sus ingredientes igualmente distribuidos. Las mezcladoras no se deben cargar más que sus capacidades y se deben operar en la velocidad de mezclado recomendada por el fabricante. Se puede aumentar la producción con el uso de mezcladoras mayores o con mezcladoras adicionales, pero no a través del aumento de la velocidad de mezclado o de la sobrecarga del equipo con la cual se cuenta.

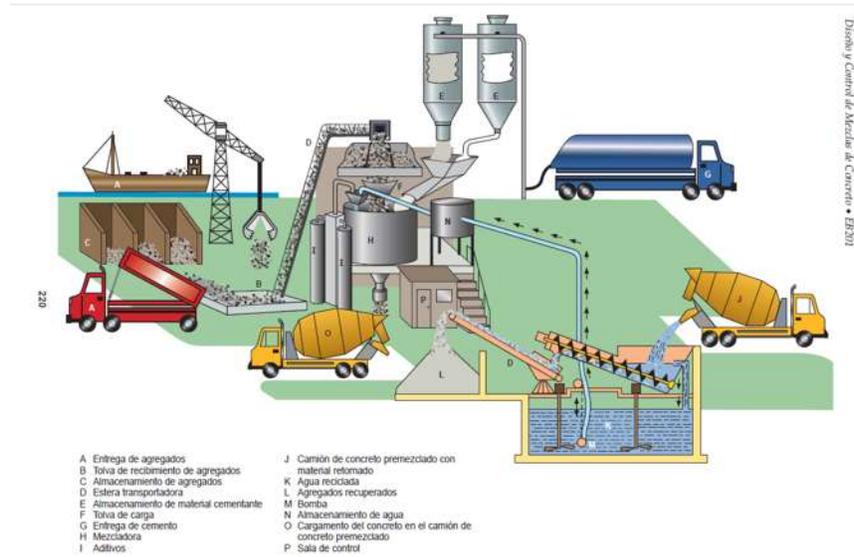
El concreto premezclado se dosifica y se mezcla fuera de la obra y se entrega en la construcción en el estado fresco y no endurecido. Se puede producir por uno de los siguientes métodos:

- 1.- El concreto mezclado en central se mezcla completamente en la mezcladora estacionaria y se lo entrega en un camión agitador, en un camión mezclador operando en la velocidad de agitación o en un camión no agitador.
- 2.- El concreto se mezcla parcialmente en la mezcladora estacionaria y el mezclado se completa en el camión mezclador.
- 3.- El concreto mezclado en el camión se mezcla completamente en el camión mezclador.

La ASTM C 94 resalta que cuando se usa un camión mezclador para el mezclado completo, normalmente se requieren de 70 a 100 revoluciones del tambor y de las palas en la tasa de rotación designada por el fabricante como velocidad de mezclado para producir un concreto de uniformidad deseada.

El mezclado con velocidades elevadas por periodos prolongados, cerca de más de 1 hora, puede resultar en pérdida de resistencia, aumento de la temperatura, pérdida excesiva de aire incluido y pérdida acelerada de revenimiento del concreto.

Cuando se usan camiones mezcladores, la ASTM C 94 (AASHTO M 157) también limita el tiempo entre mezclado y descarga completa del concreto en la obra de 1 ½ hora, o antes de que el camión haya logrado 300 revoluciones después de la adición del agua al cemento y agregados, o de introducir el cemento a los agregados.



**IMAGEN III – ETAPAS DE LA PRODUCCION DEL CONCRETO EN UNA PLANTA MEZCLADORA – (DISEÑO Y CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO)**

Concreto mezclado en dosificadora móvil, estas mezcladoras móviles son camiones especiales que dosifican por volumen y mezclan el concreto continuamente a medida que los ingredientes secos, el agua y los aditivos se van alimentando en la mezcladora a través de un sistema de barrena. El concreto debe cumplir con las especificaciones de las normas nacionales y se lo proporciona y se lo mezcla en la obra en las cantidades necesarias.

Para el caso de este proyecto el concreto fue elaborado en obra. Para lo cual se tuvo que instalar:

- Almacén de agregados pétreos
- Dosificadoras
- Camión revolvedor
- Acondicionar los patios de almacenamiento para los agregados y los trabajos necesarios para los mismos
- La obtención, transporte y empleo de toda el agua que se requiera para la elaboración del concreto, así como para su curado.



**IMAGEN IV – CONCRETO ELABORADO EN OBRA – (ALBUM FOTOGRAFICO)**

La elaboración del concreto se sujetara a lo señalado en las Normas de Construcción e instalaciones". La proporción de los materiales para obtener la resistencia requerida será conforme a lo indique en el proyecto.

Para lo cual también nos podemos basar en proporciones de acuerdo a resistencia para concreto hecho en obra **(VER TABLA VI)**

RESISTENCIA	REVENIMIENTO	50 Kg Cemento	Botes de Grava 20lt	Botes de Arena 20lt	Botes de Agua 20lt
100 Kg/cm <sup>2</sup>	8 a 10 cm	1 bulto	7	5	2
100 Kg/cm <sup>2</sup>	12 a 15 cm	1 bulto	6.5	5	2
150 Kg/cm <sup>2</sup>	8 a 10 cm	1 bulto	5.5	4	1.75
150 Kg/cm <sup>2</sup>	12 a 15 cm	1 bulto	5	3.5	1.75
200 Kg/cm <sup>2</sup>	8 a 10 cm	1 bulto	4	3	1
200 Kg/cm <sup>2</sup>	12 a 15 cm	1 bulto	4	3	1.25
250 Kg/cm <sup>2</sup>	8 a 10 cm	1 bulto	3.5	2.5	1
250 Kg/cm <sup>2</sup>	12 a 15 cm	1 bulto	3.5	2.5	1.25

**TABLA VII – PROPORCIONES VS RESISTENCIA**

Existen ciertos problemas que se pueden presentar en la preparación del concreto en el sitio.

- a).- Reducción de la durabilidad
- b).- Agrietamientos
- c).- Variaciones de la resistencia a compresión o flexión
- d).- Segregación de los materiales componentes
- e).- Aumento en la permeabilidad

Para poder elegir la mejor elección para el transporte y vaciado de la revoltura lo primero es el tipo de obra, su tamaño físico, la cantidad total



de concreto a ser colado y el tiempo programado. El estudio más profundo de los detalles de la obra va a determinar cuánto del trabajo está abajo o arriba del nivel del terreno. Esto ayuda en la elección del equipo de manejo de concreto necesario para su colocación en los niveles requeridos.

El concreto se debe de mover de la mezcladora hasta el punto de su colocación lo más rápido posible, sin segregación o pérdida de los ingredientes. Los equipos de transporte y manejo deben tener la capacidad de mover una cantidad suficiente de concreto para que se eliminen las juntas frías.

El transporte debe satisfacer los siguientes requisitos: ser suficientemente rápido para evitar pérdida de revenimiento antes de ser colado y suficientemente eficaz para evitar que haya segregación y pérdida de mortero y lechada.

Para la elección del transporte y vaciado de la revoltura se requiere tomar en cuenta los siguientes aspectos; volumen de concreto a transportar, distancias mínimas y máximas, consistencias del concreto (revenimiento), tamaños máximo del agregado en la mezcla, accesibilidad para colocar el concreto dentro de las cimbras y el tiempo disponible para realizar la operación, después de tomar en cuenta los aspectos anteriores, la elección se hará por alguno de los siguientes medios:

a).- Con carretillas, vagonetas, cubetas o camiones. Se construirán pasarelas para evitar que estos se apoyen directamente en el acero de refuerzo.

b).- Con canales o tubos que deberán disponerse de manera que prevengan cualquier segregación y/o clasificación de los materiales. La segregación ocurre cuando los agregados finos y gruesos y la pasta de cemento, llegan a separarse. La segregación puede darse durante el mezclado, transportado, colocado o compactado del concreto. Los canales pueden ser de metal o de madera forrada con lámina. La altura máxima de caída será de 3 metros.

c).- Por medio de bombeo, instalando el equipo fuera de la zona de colado, de tal manera que no produzca vibraciones en el concreto fresco. La operación de bombeo deberá hacerse con flujo continuo de revoladora.

Su desempeño es satisfactorio con mezclas cohesivas con revenimiento entre 9 cm y 15 cm.

Se entiende por compactación o consolidación del concreto el conjunto de operaciones mediante las cuales se trata de permitir fluir el concreto recién colado dentro de las cimbras, dándole la mejor compacidad posible y con esto reducir a un mínimo la cantidad de vacíos, con el objeto



de obtener un concreto lo más denso posible. Para poder lograrlo, se requiere someterlo a vibraciones de frecuencias superiores a 3000 vibraciones por minuto. La importancia de la compactación es evidente, porque el concreto como otros materiales aumenta la resistencia ecánica, la resistencia a agentes externos y su durabilidad.

La compactación se puede hacer sacudiendo o golpeando la cimbra o vibrando el concreto para que adquiera una consistencia plástica, permitiendo que el aire atrapado sea expulsado y no queden oquedades en la estructura. El concreto se compacta, llenando todos los espacios en la cimbra. En el momento en el que se sacude, golpea o vibra el concreto, el aire es expulsado.

El acomodo y compactación de la revoltura en los moldes se obtendrá con alguno de los siguientes métodos:

a).- Mediante el uso de vibradores por inmersión que actúan sumergidos en el concreto.

Externos, que se fijan a la formaleta.

De superficie, que se emplean apoyados sobre el concreto.

b).- Cuando la revoltura se deposite en estructuras de espesor reducido se acomodara con pisones de tipo vibratorio o máquinas de acabado.

c).- Cuando se trate de elementos precolados se usaran, además, vibradores de molde como lo fije el proyecto.

d).- Cuando con la aprobación del supervisor de obra no se utilice vibradores la revoltura se acomodara picándola con varillas metálicas.

e).- Se deberán utilizar los vibradores adecuados, dependiendo del tipo de estructura y se evitara el excesivo vibrado, para impedir cualquier segregación y/o clasificación del material, así como el contacto directo del vibrador con el acero de refuerzo, que afecte las paredes previamente coladas o modifique la posición del acero.

Los de inmersión son los más aptos y eficaces en diversas condiciones de trabajo. Los externos y de superficie se usan en pavimentos, elementos prefabricados y en obras donde la mezcla es seca o en lugares inaccesibles o capas de concreto muy delgadas.

A la hora de utilizar el vibrador se deben de tener ciertos cuidados a la hora del manejo, si se saca el vibrador demasiado rápido se dejara un hoyo hueco en el concreto, para cerrar el hoyo hueco, vibre cerca del mismo y de este modo saque el vibrador lentamente. Por esta razón se debe poner el vibrador en el concreto rápidamente y sacando el vibrador lentamente.

Para un concreto de trabajabilidad promedio, es decir revenimiento de 8 centímetros, con un vibrador de un tamaño entre 2.5 y 7.5 centímetros, el



concreto usualmente debe ser vibrado durante 5 y 15 segundos. Es peor vibrar insuficientemente que vibrar en exceso el concreto.

Cuando la lluvia pueda perjudicar los trabajos de colado, estos se suspenderán y se protegerán las superficies de concreto fresco. No se efectuarán colados cuando la temperatura sea menor a 5° C.

Para el colado del elemento estructural del muro, se hará como sigue:

- a).- La revoltura se vaciara colocándola por capas horizontales, continuas, de 25 a 30 cm de espesor.
- b).- Cuando la altura de caída de la revoltura sea mayor a 3m, se hará uso de deflectores y trompas de elefante.
- c).- El tiempo transcurrido entre el colado de una capa y la siguiente, no deberá ser mayor a 30 minutos.

Los objetivos del curado son prevenir la pérdida de humedad del concreto recién colado y mantener una temperatura favorable en el mismo por un periodo definido inmediatamente después de la colocación y acabado, con el propósito de que se desarrollen las propiedades deseadas, tales como la resistencia, rigidez y durabilidad, entre otras.

El curado debe iniciarse tan pronto como sea posible, dependiendo del método elegido y material empleado. Como regla practica puede mencionarse que cuando el concreto recién colado pierde su brillo superficial, debido al agua propia de la mezcla, debe iniciarse el curado. El tiempo en que se presente este efecto, depende básicamente de las cuatro condiciones siguientes, las cuales determinan la rapidez de evaporación del agua de la mezcla; temperatura y humedad ambiente, velocidad del viento y temperatura del concreto recién mezclado.

Siempre que la temperatura ambiente sea superior a 10° C, se puede considerar que el curado ha sido satisfactorio si se ha conservado al concreto permanentemente húmedo por lo menos 7 días.

En caso de que la mezcla sea muy sensible al curado o que las condiciones ambientales sean muy agresivas para la misma se recomienda prolongar el curado por lo menos 14 días.

Para el curado del concreto es necesario lograr un fraguado y endurecimientos correctos, al mantener el concreto húmedo se hace más fuerte la adherencia entre la pasta y los agregados, para conservar la humedad superficial se harán mediante alguno de los siguientes procedimientos:

- a).- Aplicando riegos de agua adecuados, sobre las superficies expuestas y moldes, a partir del momento en que dichos riegos no marquen huellas en



las superficies expuestas. Por lo que el riego debe ser una niebla muy fina, de otra manera dañara la superficie de concreto.

b).- Aplicando a las superficies expuestas una cubierta impermeable que impida la evaporación del agua contenida en el concreto. Los moldes de madera se mantendrán húmedos durante 7 días para cualquier concreto.

c).- Cubriendo las superficies expuestas con arena o mantas, que se mantendrán húmedas lo mismo que los moldes. Los tiempos serán los mismos mencionados anteriormente.

d).- Mediante el empleo de algún aditivo, vapor de agua o cualquier otro procedimiento fijado en el proyecto.

El descimbrado debe hacerse de tal forma que no perjudique la seguridad y servicio de la estructura. El concreto que se descimbré debe ser suficientemente resistente para no sufrir daños posteriores y con capacidad para soportar su propio peso y otras cargas que actúen durante la construcción, así como suficientemente rígido para que no presenten deformaciones permanentes indeseables.

Las obras falsas de las cimbras, se construirán conforme al proyecto elaborado, en el cual se deben de cuidar ciertos aspectos importantes ya que si la cimbra no está bien hecha esta tendrá fugas desde las juntas y pueden pandearse, abultarse o moverse, por lo que se debe en cuenta lo siguiente:

a).- Las obras falsas podrán ser de madera, metálicas u otro material.

b).- Se usaran cuñas de materiales duros en el apoyo de las cimbras, con objeto de corregir asentamientos antes, durante o inmediatamente después del colado.

c).- Una vez terminada la construcción de la obra falsa, se revisara en todos los aspectos, comprobando que reúna las características solicitadas.

d).- El supervisor de obra tendrá que revisar y verificar los niveles, contraflechas y todos los elementos geométricos de la obra falsa.

Los moldes de las cimbras se construirán conforme el proyecto, en el cual se hacen a continuación unas recomendaciones:

a).- Los moldes podrán ser de madera, metálicos u otro material.

b).- Los moldes deberán tener rigidez suficiente para evitar las deformaciones debidas a la presión de la revoltura, al efecto de los vibradores y a las demás cargas y operaciones correlativas al colado.

c).- Antes de colar, se impregnaran las superficies de los moldes con aceite mineral o cualquier material con la finalidad de evitar que se pegue el concreto y así hacer más fácil su remoción, esto se hará antes de colocar el acero de refuerzo y si este se ensucia, debe de limpiarse antes de efectuar el colado.



La remoción de las cimbras, se hará de acuerdo con lo fijado en el proyecto. Se recomienda lo siguiente (**VER TABLA VIII**)

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE CEMENTO HIDRAULICO	
	CPO 30, CPO 30R, CPC 30, CPC 30R, cualquier cemento que cumpla con la característica especial BCH y/o RS	CPO 40, CPO 40R y CPC 40R
Bóveda	14 días	7 días
Trabes	14 días	7 días
Losa de piso	14 días	7 días
Columnas	2 días	1 día
Muros	2 días	1 día
Costados de trabes, Losa, etc.	2 días	1 día

Quando la carga a soportar sea de consideración, a juicio del C.A.P.F.C.E, éste fijará el plazo mínimo adecuado en cada caso.

**TABLA VIII (TIEMPO RECOMENDABLE PARA DECIMBRAR DESPUES DE COLAR)**

- a).- El tiempo de remoción puede variar de acuerdo con el clima, en clima frio el concreto puede requerir de más tiempo para ganar resistencia que en clima más caliente y por tanto, los tiempos de remoción son más largos.
- b).- Cuando se usan adiconantés, la remoción de los moldes y de la obra falsa, se iniciara con base en los resultados de las pruebas a los cilindros del concreto empleado.
- c).- En elementos estructurales, que no soportan cargas, los moldes de superficies verticales se podrán remover a partir de 12 a 48 horas después de haberse colado.
- d).- Los amarres para sujetar y reforzar moldes se removerán de manera que no queden dentro del concreto.
- e).- El procedimiento al remover las cimbras será tal que no se dañe o se incremente esfuerzo en el concreto. Los apoyos de la obra falsa, se retiraran de manera que la estructura tome su esfuerzo gradualmente.
- f).- El curado del concreto se hará como se mencionó anteriormente, aunque la remoción de la cimbra sea antes de concluir el periodo de curado.

### III.2.4. Criterios de medición y base pago

La medición del concreto se hará tomando como unidad el metro cubico. Como base, se tomara el volumen que fije el proyecto, haciendo las modificaciones necesarias por los cambios autorizados. Se medirá por separado cada tipo de concreto que fije el proyecto.

Los moldes o cimbra se medirán tomando como unidad el metro cuadrado de área de concreto entre los moldes y el concreto.

No se medirán las juntas de dilatación; los adiconantes, los materiales para



el curado, ni las obras falsas, por lo que la parte proporcional correspondiente deberá quedar incluida en el precio unitario del concreto hidráulico o en el de los moldes.

El concreto hidráulico se pagara al precio fijado en el contrato para el metro cubico de concreto y el F'c correspondiente. Estos precios unitarios incluyen: adquisición de agregados, acarreos de materiales, juntas de dilatación, adicionantes, todas las maniobras de almacenamiento, lavado de materiales inertes, acomodo y compactación de revoltura, curado del concreto, muestreo y pruebas al concreto.

Los moldes se pagaran al precio fijado en el contrato por metro cuadrado. Estos precios unitarios incluyen: la parte proporcional del valor de adquisición del material y herrajes empleados, de acuerdo con el número de usos parte proporcional de la obra falsa, maniobras de carga y descarga de materiales, desperdicios y remoción de la madera.

Las bonificaciones o las deducciones por cemento, se pagaran o descontaran al precio fijado en el contrato para el kg. de cemento. Este precio unitario incluye: el valor de adquisición del cemento y su transporte a la obra, cargas y descargas, almacenamiento y desperdicios.

El concreto hidráulico, por unidad de obra terminada, se pagara al precio fijado en el contrato para el metro cubico de concreto, de acuerdo al F'c de que se trate. Estos precios unitarios, incluyen a lo que correspondió al concreto hidráulico mencionado anteriormente, además de la parte proporcional del costo de la madera y el acero de refuerzo utilizado con todas las maniobras necesarias para su habilitado, armado y locación.

### **III.3. Acero de refuerzo para concreto hidráulico**

#### **III.3.1. Definición.**

El acero para concreto hidráulico lo constituyen las varillas, alambres, cables, barras, soleras, ángulos, rejillas o mallas de alambre, u otras secciones o elementos estructurales que se utilizan dentro o fuera del concreto hidráulico, para tomar los esfuerzos internos de tensión que se generan por la aplicación de cargas.

El acero de refuerzo es aquel que se coloca para absorber y resistir esfuerzos provocados por cargas y cambios volumétricos por temperatura y para quedar ahogado dentro de la masa del concreto. Los aceros para concreto hidráulico a que se refiere esta norma, son los que se utilizan en la construcción de elementos estructurales colados en obra, prefabricados normales y concretos postensados y pretensados.



### III.3.2. Material.

El acero que se utilice, deberá ser preferentemente de una marca de reconocida calidad. Ningún acero de marca nueva o sin antecedentes de buena calidad, será autorizado hasta que se hayan hecho ensayos con resultados satisfactorios, antes de que se empiece a usar dicho acero.

La Norma Mexicana NMX-C-407-ONNCCE es la relativa a las varillas, se fabrican desde el número 3 hasta el 12 (3/8" a 1 1/2" de su diámetro), su presentación más común es en tramos de 12 m de largo.

Número de varilla	Diámetro		Área mm <sup>2</sup>	Peso kg/m
	pulgadas	milímetros		
3	3/8	9.5	71	0.560
4	1/2	12.7	127	0.994
5	5/8	15.9	198	1.552
6	3/4	19.0	285	2.235
8	1	25.4	507	3.973
10	1 1/4	31.8	794	6.225
12	1 1/2	38.1	1140	8.938

TABLA IX - DIMENSIONES NOMINALES – (NMX-C-407-ONNCCE)

El acero para concreto hidráulico deberá llegar a la obra sin oxidación perjudicial, exento de aceites o grasas, quiebres, escamas, hojeaduras y deformaciones de la sección.

Antes de su utilización, se verificara que el acero no tenga quiebres o deformaciones de la sección.

Generalmente las varillas presentan una resistencia  $F_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup>, aunque también se fabrican en  $F_y=6000$  kg/cm<sup>2</sup>, para este proyecto el acero de refuerzo debe de tener una resistencia igual  $F_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup>

La superficie de la varilla está provista de rebabas o salientes llamadas corrugaciones, las cuales evitan el movimiento relativo longitudinal entre la varilla y el concreto que la rodea.

El acero para refuerzo deberá almacenarse bajo cobertizos, clasificado según su tipo y sección, debiendo protegerse cuidadosamente contra la humedad y alteraciones químicas.



Del material estimado se deben tomar las muestras para las pruebas de calidad y en caso de que los resultados no sean satisfactorios el material del lote será rechazado (ASTM- A-700 Practices for Packing, Marking and Loading Methods for Steel Products for Domestic Shipment). El acero para concreto hidráulico que no cumpla con la calidad estipulada, deberá ser rechazado, marcado y retirado de la obra.

De acuerdo a las sanas prácticas de la construcción no se permite reenderizar y desdoblar varillas, ya sea por corrección de armado o para su reutilización.

### III.3.3. Requisitos de ejecución.

Las varillas de refuerzo se doblaran lentamente en frio para darles la forma que fije el proyecto, cualquiera que sea su diámetro. Los dobleces se harán alrededor de una pieza cilíndrica que tenga un diámetro igual o mayor a 6 veces el de la varilla. En varillas menores a 2.5 cm de diámetro, los ganchos de anclaje de una pieza cilíndrica que tenga un diámetro igual o mayor a 3 veces el de la varilla.

Las varillas de refuerzo deben colocarse en la posición que fije el proyecto y mantenerlas firmemente en su sitio, durante el colado. Antes del colado, el acero debe calzarse con calzas prefabricadas de plástico, calzas elaboradas de concreto o silletas de varilla. En general, se observara:

- a).- Los estribos, deben rodear las varillas longitudinales y quedar firmemente unidos a ellas.
- b).- El refuerzo próximo al molde deberá separarse del mismo, por medio de separadores, los cuales son diseñados para lograr recubrimientos de concreto uniformes, separando lateralmente el acero de refuerzo de la cimbra, los separadores se sujetaran al acero de refuerzo por medio de amarres de alambre o bien, por puntos de soldadura, según lo indique el proyecto.
- c).- No se indicara ningún colado hasta que lo indique el supervisor.

Para dar por aceptado el armado y colocación del acero para concreto, se verificaran sus dimensiones, separación, sujeción, formas y posición de la tolerancia siguientes:

- a).- La localización de dobleces y cortes de barras longitudinales no deben diferir en más de 1 cm con relación al proyecto en losas, zapatas, muros, trabes y vigas.
- b).- La posición del refuerzo de zapatas, muros, cascarones, trabes y vigas, será tal que nos reduzca el peralte efectivo en más de 3 mm.
- c).- El espesor de recubrimiento del acero de refuerzo es medida desde el borde del elemento de concreto hacia la fibra más cercana del acero de

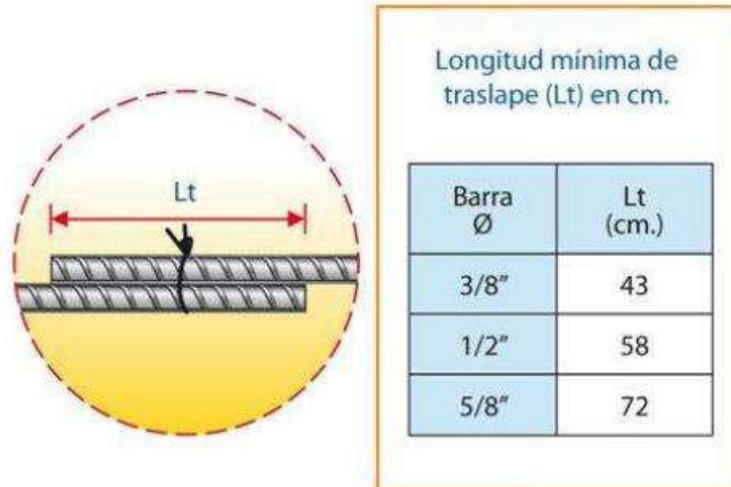


refuerzo, y sirve para proteger al acero de refuerzo de los agentes corrosivos y del medio ambiente, para lo cual en cualquier miembro estructural, no diferirá al proyecto en más de 0.5 cm, no será menor de 1cm.

d).- La separación del acero de refuerzo en losas, zapatas, muros y cascarones, respetando el número de varillas en una faja de 1m de ancho no diferirá al de proyecto en más de 1 cm, siendo “s” la separación fijada.

e).- La separación del refuerzo transversal en cualquier miembro estructural, no diferirá en más de 1cm, más 10% de separación de proyectó.

Todas las uniones de varillas se harán mediante traslapes con un empalme de 40 veces el diámetro de la varilla que se empalma, excepto cuando se determine otra especificación en el proyecto.



**IMAGEN V – UNIONES ENTRE VARILLAS – (ACERO DE REFUERZO)**

Es aceptable el traslape y amarre entre sí de las varillas del no. 2.5 al no.10. Los traslapes no podrán hacerse entre varillas de diferentes diámetro, la ubicación del traslape no debe de excederse de 1/5 de claro de los apoyos principales de los elementos estructurales.

A menos que el proyecto indique otra cosa o lo apruebe el supervisor, en una misma sección estructural no se permitirá empalmar más del 50% de las varillas de refuerzo.

A menos que el proyecto indique otra cosa o lo apruebe el supervisor de obra, los empalmes tendrán una longitud de cuarenta veces el diámetro para varilla corrugada y de sesenta veces el diámetro para varilla lisa.

Para la unión están aprobados diversos métodos:

- Por soldadura

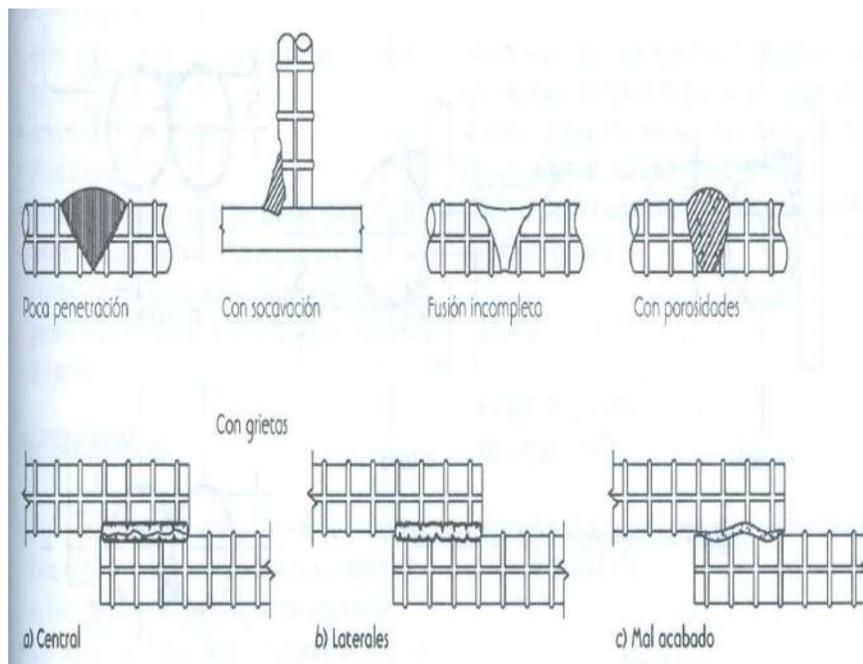


- Por uniones mecanicas

En una sección no se empleara más del 33% de las varillas de refuerzo y se evitaran empalmes en secciones de máximo esfuerzo de tensión. Los empalmes traslapados, tendrán una longitud mínima de 40 veces el diámetro de la varilla.

Para que una soldadura tenga la resistencia esperada debe cumplir con las siguientes condiciones:

- a).- Buena penetración: El material aportado fundirá la raíz y penetrara debajo de ella.
- b).- Sin socavaciones: El metal base presentara ahondamientos en el pie de la soldadura.
- c).- Fusión completa: El metal base y el metal aportado formaran una masa homogénea.
- d).- Sin porosidades: La soldadura no presentara en su interior ni burbujas de aire ni escorias.
- e).- Buen acabado: El cordón de la soldadura se verá uniforme y sin hendiduras ni realces.



**IMAGEN VI – CARACTERISITCAS DE LA SOLDADURA**

La especificación de resistencia para la junta soldada debe ser igual al 125% de la resistencia de fluencia del acero de refuerzo (Código AWS, Reinforcing Steel Welding Code American Weldig Society)

#### **III.3.4. Criterios de medición y base de pago.**



Las varillas, barras y otros perfiles se medirán tomando por unidad el kilogramo. El peso que fije el proyecto, será tomado como base de medición. No se medirán los desperdicios del acero de refuerzo para concreto hidráulico.

Las varillas, barras y otros perfiles, se pagaran a precios unitarios fijados en el contrato para kilogramo del tipo y sección correspondientes. El precio unitario incluye lo que corresponde por: valor de adquisición y transporte hasta el lugar de la obra; maniobras, cargas y descargas, almacenamiento, protección, cortado, desperdicios, doblado, armado con alambre de amarre y los separadores.



## CAPÍTULO IV

# P ROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN



## CAPITULO IV

### PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION

#### IV.1. Limpia, trazo y nivelación.

Para poder dar comienzo a nuestra obra se tuvo que realizar la limpieza del terreno cuya finalidad era eliminar la vegetación existente en el sitio donde se va a desplantar el muro de protección y poder realizar la excavación.

Por lo que se tuvo que localizar, alinear, ubicar y marcar en el terreno los ejes principales, paralelos y perpendiculares señalados conforme al plano de proyecto, para poder comenzar con el proyecto.



IMAGEN I (LIMPIA DEL TERRENO)



**IMAGEN II (TRAZO Y NIVELACION DEL TERRENO)**

#### **IV.2.Excavacion a cielo abierto**

Se realizó la excavación para extraer la capa vegetal y arcillosa que supreyacian en el terreno, con un promedio de 1.80 metros. El material producto de esta excavación fue tirado fuera de obra, este material se depositó en bancos de almacenamiento conforme lo autorizo el supervisor encargado de la obra.



**IMAGEN III (EXCAVACION A CIELO ABIERTO)**



### IV.3. Rellenos y compactaciones

El relleno que se colocó como mejoramiento del terreno fue material obtenido del mismo producto de excavación, cuando este material no sea apto se podrá emplear material I (Material suelto manejable), material II (Fragmentos de roca), material común o rezaga como subproducto de la excavación de material III (Rocas, arcillas y limos altamente cementados) y en su caso material de banco de préstamo, el material obtenido del mismo producto de excavación es adecuado y suficiente para poder realizar el relleno y compactación del terreno, se formaron capas sensiblemente horizontales de espesores no mayores de 10 cm, en el cual se realizaron pruebas de compactación para terreno natural, la prueba de compactación Proctor que se realizó es para obtener 90% de la compacidad del terreno, así como para poder determinar la humedad óptima del relleno.

### IV.4. Plantilla

Una vez listo el terreno para poder colocar sobre el nuestra estructura fue necesario colocar plantillas de concreto pobre de 5 cm de espesor, con un  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  en la cual se debe tener siempre cuidado de trabajar sobre una superficie limpia y nivelada, ya que de esta superficie es de donde se desplantara nuestra estructura.



**IMAGEN IV (PLANTILA DE CONCRETO POBRE)**

#### **IV.5. Armado del muro de protección**

Para poder iniciar con el armado fue necesario siempre tener bien ubicados los ejes marcados en el proyecto para evitar errores, posteriormente se realizó el armado de la estructura conforme lo indican los planos de proyecto, el cual lleva varillas del no. 5 @ 20 centímetros para la zapata del muro y varillas del no.4 @ 25 centímetros para el pilar del muro, para lo cual se empleó Acero de refuerzo con una resistencia igual a  $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ . Las varillas deberán ser colocadas con las longitudes, dobleces, ganchos, separaciones, posiciones y aseguradas exactamente en su lugar por medio de soportes metálicos, de manera que no sufran movimientos durante el vaciado del concreto y hasta el fraguado inicial de este.



**IMAGEN V (ARMADO DE LOSA DE CIMENTACION SOBRE LA CAPA DE CONCRETO POBRE)**



**IMAGEN VI (ARMADO DE LA ZAPATA DEL MURO Y PILAR DEL MURO)**



**IMAGEN VII (ARMADO FINAL, LISTO PARA CIMBRAR – PRIMERA PARTE DEL MURO)**

#### **IV.6. Colocación de ojillos y banda de PVC**

Se realizó la colocación de ojillos, los cuales tenían que ser de PVC de 6", las dificultades de obtener el PVC de ese diámetro en alguna zona aledaña a la construcción se complicó debido a la insuficiencia de material y teniendo el tiempo relativamente corto se optó por colocar botes de plástico de 19 litros (30 centímetros), los cuales cuentan con un diámetro relativamente similar, un poco más grande al solicitado en el contrato, se optó por emplear este medio con la autorización del Ingeniero y el encargado de obra, en la **IMAGEN VIII** se puede observar la colocación de los botes de plástico, estos se colocaron con la finalidad de desahogar el agua hacia el otro lado del muro cuando el nivel del agua del Río de Tuzantla se incrementa como lo ha hecho en ocasiones anteriores, y poder con esto no generar alguna sobrecarga al muro debido al empuje del agua y así poder disminuir la presión del agua hacia el muro, evitando así algún problema de estabilidad, estos botes (ojillos) se colocaron a la hora del armado, para posteriormente realizar el colado. Al igual que los ojillos también se colocaron bandas de PVC para sellar las juntas, estas con la finalidad de proporcionar cualidades de flexibilidad e impermeabilidad, su diseño de estas bandas permite soportar movimientos tanto horizontales



como verticales que la estructura pueda sufrir, la banda deberá ir lo suficientemente fija en su sitio para evitar su movimiento a la hora del colado.



**IMAGEN VIII (COLOCACION DE OJILLOS DE 30 CM CON BOTES DE PLASTICO Y COLOCACION DE BANDA DE PVC)**

#### **IV.7. Colocación de cimbra y colado de la zapata del muro**

La colocación de la cimbra se realizó por partes, esto con la finalidad de poder ir colando y descimbrando para su posterior utilización en la siguiente parte del muro, primeramente se fijo la cimbra de la zapata del muro, una vez cimbrado y cuidando que las cimbras estén perfectamente fijas y aseguradas, así como cuidando que no queden fuera de lugar se realizo el colado de la zapata de esta primera parte del muro, para lo cual se utilizó un concreto  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , del cual fue necesario tomar 3 muestras representativas de concreto hidráulico, esto con la finalidad de poder realizar las pruebas de resistencia a compresión a 7,14 y 28 días.



IMAGEN IX (CIMBRADO Y COLADO DE LA ZAPATA DEL MURO)



IMAGEN X (CIMBRADO Y COLADO DE LA ZAPATA DEL MURO)



#### IV.8. Cimbrado y colado del muro

Ya después de haber colado la zapata del muro, se prosigue a hacer el colado de la primera parte del muro, para esto el cimbrado ya se había realizado junto con el de la zapata, se realizo el cimbrado de  $\frac{1}{2}$  parte de la altura total del muro (2.5 metros) y de una longitud aproximada de 15 metros, con cimbra de tarimas hechas de madera de 50x100 centímetros con un espesor de 10 centímetros, para lo cual se prosiguió a hacer el colado con una calidad de concreto de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con concreto elaborado en obra.

En el momento de colar el muro también fue necesario tomar 3 especímenes de concreto para posteriormente realizar las pruebas de resistencia a la compresión en cilindros de concreto y poder determinar si se realizaron con la resistencia requerida de proyecto.



IMAGEN XI (CIMBRADO DE MEDIA PARTE DE LA ALTURA TOTAL DEL MURO)



IMAGEN XII (COLADO DEL MURO)



IMAGEN XIII (COLADO DEL MURO)



**IMAGEN XIV (VIBRADO DEL CONCRETO)**

#### **IV.9. Pruebas de control de calidad**

Para cada elemento constructivo a la hora del colado se tuvieron que realizar las pruebas de control de calidad, esto con la finalidad de poder determinar que el concreto con el que se está trabajando cumpla con las condiciones conforme lo marca el proyecto, para esto en cada elemento se tuvo que realizar la prueba de revenimiento, esta para poder verificar la consistencia del concreto hidráulico en estado fresco, así como la elaboración de cilindros testigos de concreto hidráulico, para posteriormente hacer su transportación al laboratorio y poder verificar su resistencia a compresión a 7, 14 y 28 días conforme lo dicta la Norma Mexicana.



IMAGEN XV (REALIZACION DE LA PRUEBA DE REVENIMIENTO)



IMAGEN XVI (MEDICION DE LA DISTANCIA DE REVENIMIENTO)



**IMAGEN XVII (ELABORACION DE CILINDROS TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO)**

#### **IV.10. Descimbrado**

Una vez ya verificado el servicio y seguridad de la estructura se realizó el descimbrado de la  $\frac{1}{2}$  parte de la altura total del muro colada, para el cual se verifico que fuera lo suficientemente resistente para no sufrir daños posteriores y con capacidad de soportar su propio peso y otras cargas, ya una vez retirada la cimbra se realiza el cimbrado de la otra  $\frac{1}{2}$  parte de la altura total del muro (4.50 metros), la cimbra que se retiró anteriormente del colado se tuvo que revisar detalladamente que no hubiera sufrido daño alguno y estuviera en condiciones aptas para su siguiente uso, para esto lo cual se tuvo que volver a humectar con aceite, para ya una vez poder estar listas para su colocación y proseguir a realizar el colado de la siguiente parte del muro.



**IMAGEN XVIII (DESCIMBRADO DE LA MITAD DEL MURO)**



**IMAGEN XIX (CIMBRADO DE LA SIGUIENTE PARTE DEL MURO)**



IMAGEN XX (COLADO DE LA OTRA MEDIA PARTE DEL MURO)



IMAGEN XXI (COLADO DE LA OTRA MEDIA PARTE DEL MURO DESDE OTRA PERSPECTIVA)



**IMAGEN XXII (VIBRADO DEL CONCRETO)**

#### **IV.11. Curado del concreto**

Una vez realizado el descimbrado del muro se prosiguió a realizar el curado del concreto, para el cual se utilizó Curacreto el cual es una membrana de curado para concreto fresco, la cual conserva más del 90% del agua original del concreto por lo menos durante siete días, y el cual ayuda a evitar fisuras, permitiendo que el concreto alcance sus resistencia de diseño, para su aplicación se empleó una bombilla para poder hacer la impregnación con este líquido de curado, para lo cual el riego tiene que ser un riego de impregnación muy fino y neblinoso para que de esta manera se impregne más en el concreto y este se pueda aprovechar de una mejor manera, con esto obtendremos mejores características en nuestro concreto, así como poder lograr su resistencia de diseño y podremos evitar daños a edades tempranas.



**IMAGEN XXIII (VACIADO DEL CURACRETO)**



**IMAGEN XXIV (IMPREGNACION DEL CURACRETO SOBRE EL MURO DE CONCRETO)**



#### IV.12. Anexo fotográfico

A partir de este siguiente apartado se irán presentando imágenes de los avances de la continuidad del muro a lo largo de sus 140 metros de longitud total en el Río de Tuzantla, para lo cual el proceso constructivo empleado fue el mismo que para la primera parte del muro, donde su proceso fue desde plantilla, armado, cimbrado, colado y curado como se realiza y se explica en el apartado anterior, se presentan varias vistas del muro a lo largo de su trayecto, el cual fue teniendo el mismo proceso constructivo por partes para poder ir cuidando y supervisando que se realice de la manera indicada junto con el control de calidad que es el que verifica que los servicios se cumplan con los requisitos mínimos de calidad. La construcción del muro de concreto tiene gran importancia, a lo mejor no se hace visible el significado del porqué su construcción en el siguiente apartado fotográfico, pero el muro de concreto está protegiendo varias viviendas y guarderías que se vieron afectadas en años atrás por inundaciones debido a las precipitaciones que cada año se presentan en la Comunidad de tiquicheo de Nicolás Romero, en la cual sufrían daños de sus bienes inmuebles y hasta de su integridad, la construcción del muro fue un gran proyecto constructivo, en el cual se mejoro todo el borde del rio, así como la protección de esta zona para que los habitantes de esta zona tengan mayor protección y puedan proteger sus bienes aun cuando vuelva a suceder otra tragedia como las que han golpeado anteriormente a esta zona.



**IMAGEN XXV (MURO DE CONCRETO TERMINADO)**



**IMAGEN XXVI (MURO DE CONCRETO TERMINADO)**



**IMAGEN XXVII (MURO DE CONCRETO TERMINADO)**



**IMAGEN XXVIII (MURO DE CONCRETO TERMINADO)**



**IMAGEN XXIX (MURO DE CONCRETO TERMINADO)**



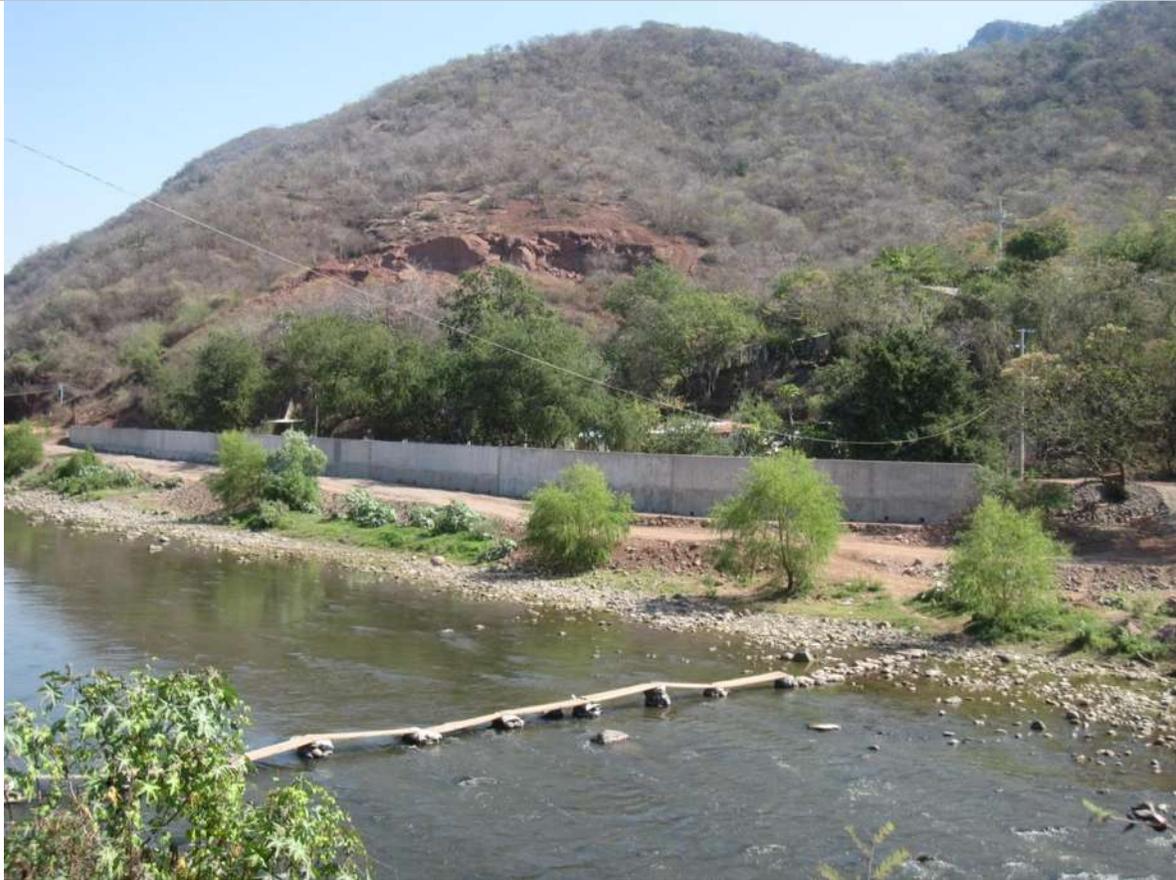
**IMAGEN XXX (MURO DE CONCRETO TERMINADO)**



IMAGEN XXXI (MURO DE CONCRETO TERMINADO)



IMAGEN XXXII (MURO DE CONCRETO TERMINADO)



**IMAGEN XXXIII (MURO DE CONCRETO TERMINADO)**



LOCALIZACIÓN

## SIMBOLOGÍA

### PLANTA

- CONSTRUCCIONES
- MURO DE CONCRETO ARMADO
- SENTIDO DE LA CORRIENTE
- CURVA @ 0.50 MTS
- CURVA @ 1.00 MTS
- POSTE DE CFE
- POZO DE EXTRACCIÓN

### PERFIL

- RAZANTE DE DESPLANTE
- TERRENO NATURAL

### NOTAS GENERALES

- 1.-LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTOS PLANOS PODRÁ MODIFICARSE DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO BAJO LA RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR Y CON LA APROBACIÓN DE LA DEPENDENCIA. TODO ASPECTO NO CONTEMPLADO DEBERÁ SER REVISADO POR EL PROYECTISTA Y APROBADO POR LA DEPENDENCIA.
- 2.-ACOTACIONES EN METROS, PAÑOS FIJOS Y NIVELES DEBERÁN VERIFICARSE CON LOS PLANOS GEOMETRICOS Y EN LA OBRA.
- 3.-TODAS LAS ACOTACIONES, PAÑOS FIJOS Y NIVELES DEBERÁN VERIFICARSE CON LOS PLANOS GEOMETRICOS Y EN LA OBRA.
- 4.-LOS ESQUEMAS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LOS QUE SE INDICA SU ARMADO NO ESTAN A ESCALA.
- 5.-DEBERÁ VERIFICARSE EL CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION QUE SE ANEXAN A LOS PLANOS DEL PROYECTO.

**COMISION NACIONAL DEL AGUA**  
 SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRICOLA  
 DIRECCION LOCAL MICHOACÁN

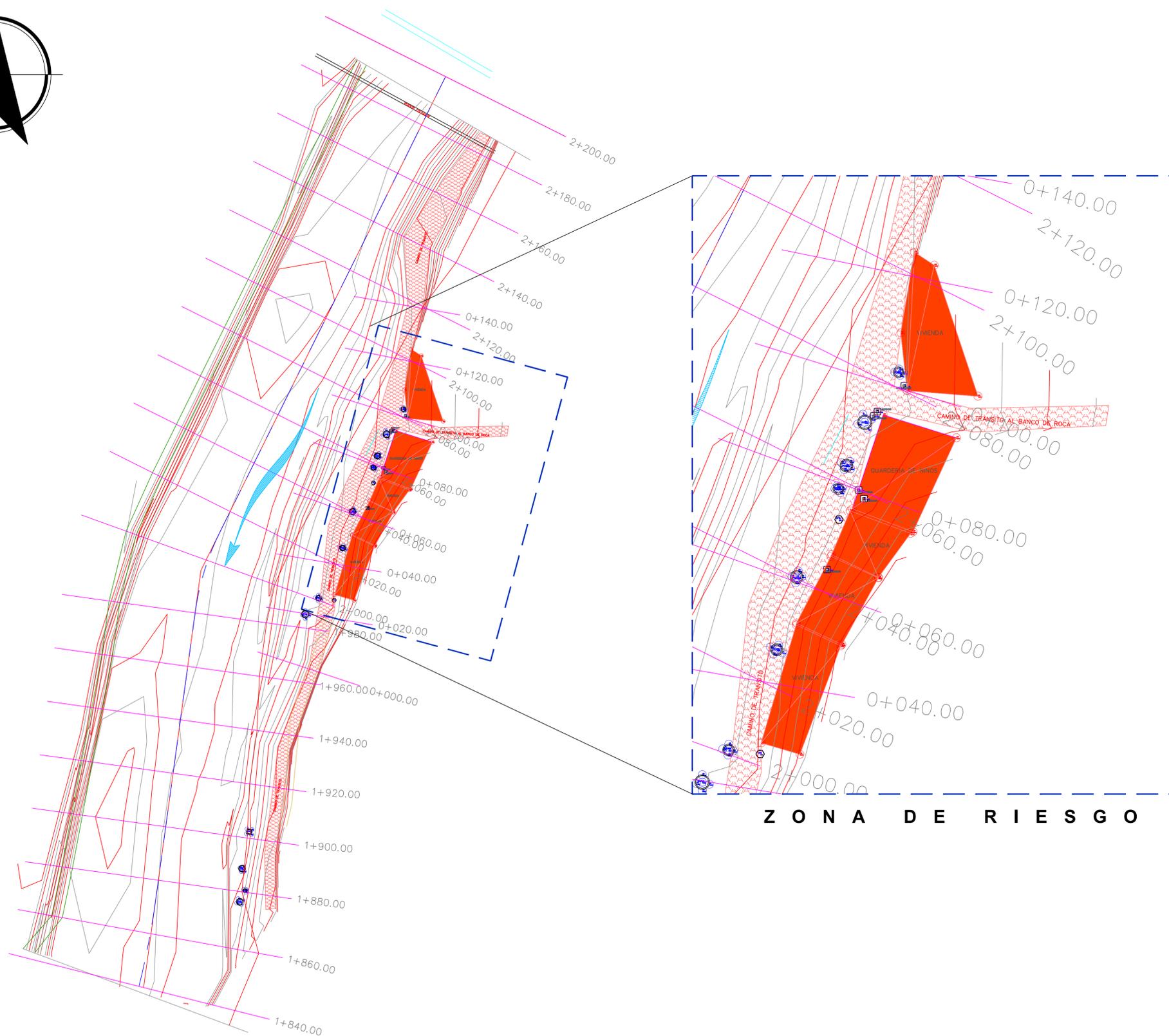
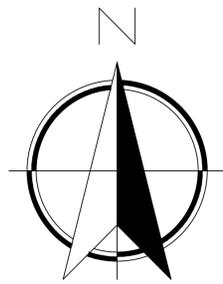
CONSTRUCCION DE INFRAESTRUCTURA DE PROTECCION CONTRA INUNDACIONES, EN LA LOCALIDAD DE TUZANTLA, MICHOACÁN.

PLANTA DE PROYECTO DEL MURO  
 ZONA DE INTERVENCIÓN

RESIDENTE GENERAL DIRECCION LOCAL EN MICHOACÁN      DIRECTOR LOCAL EN MICHOACÁN

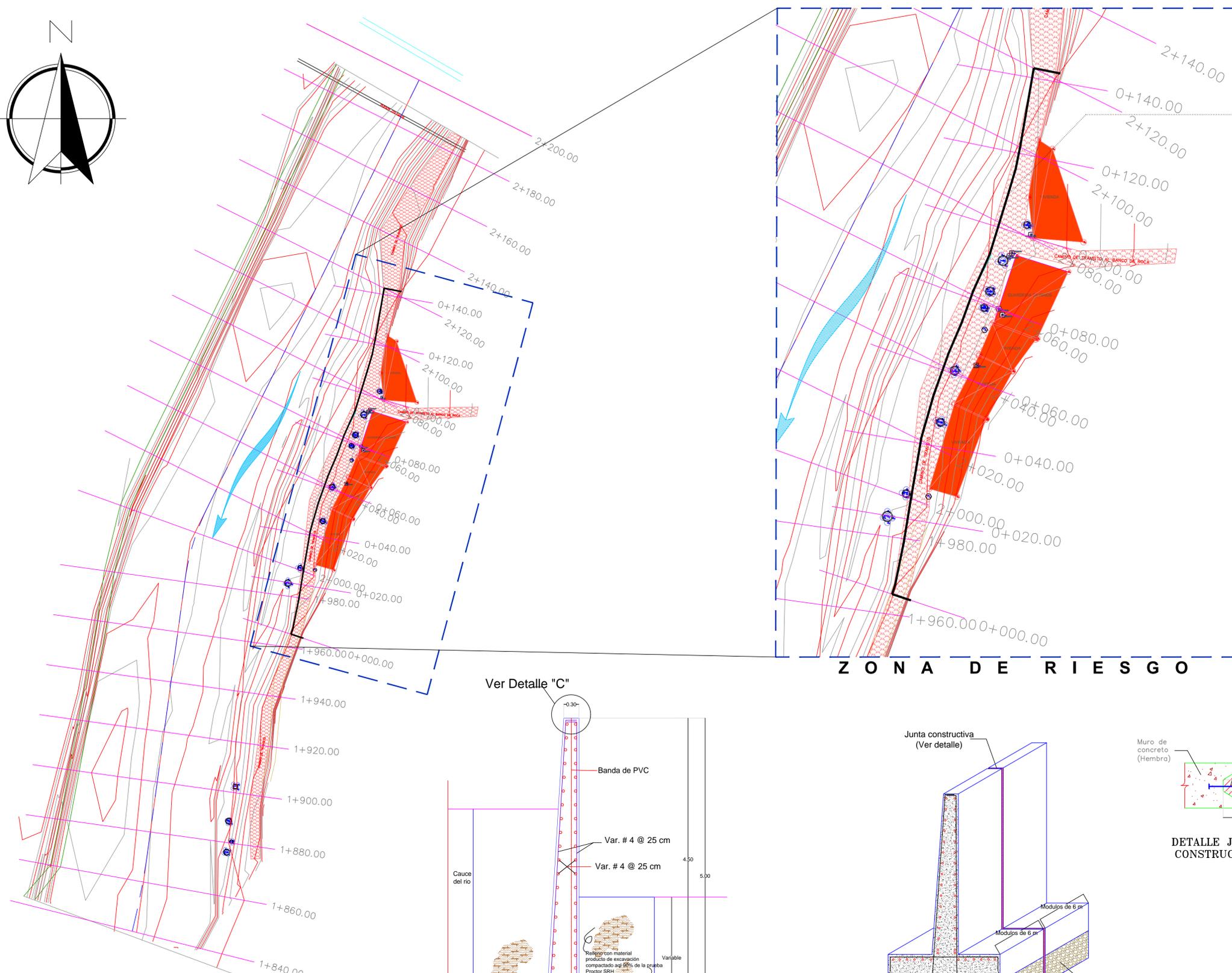
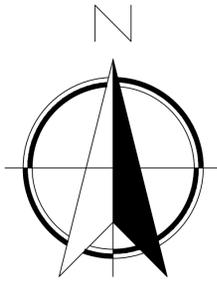
Conforme: ING. JOSE FERRE VIEYRA      Aprobó: ING. PEDRO AGUILAR AGUILAR

FECHA: JULIO DE 2013      CLAVE: 2.F.4      PLANO No.: 1 DE 1      OFICINAS CENTRALES:



Z O N A   D E   R I E S G O

## SECCIÓN TIPO



MURO DE CONCRETO HIDRAULICO



LOCALIZACIÓN

## SIMBOLOGÍA

**PLANTA**

	CONSTRUCCIONES
	MURO DE CONCRETO ARMADO
	SENTIDO DE LA CORRIENTE
	CURVA @ 0.50 MTS
	CURVA @ 1.00 MTS
	POSTE DE CFE
	POZO DE EXTRACCIÓN

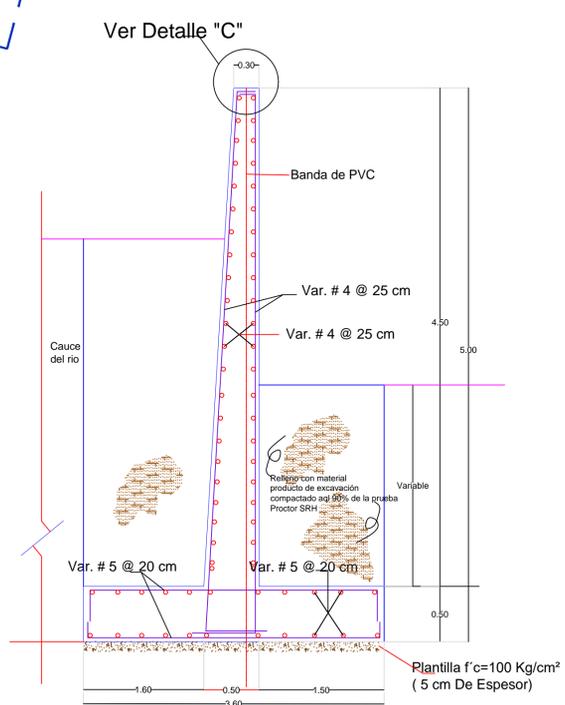
**PERFIL**

	RAZANTE DE DESPLANTE
	TERRENO NATURAL

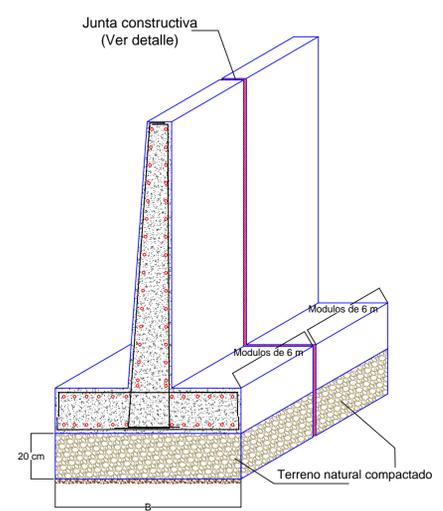
## NOTAS GENERALES

- 1.-LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTOS PLANOS PODRÁ MODIFICARSE DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO BAJO LA RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR Y CON LA APROBACION DE LA DEPENDENCIA. TODO ASPECTO NO CONTEMPLADO DEBERÁ SER REVISADO POR EL PROYECTISTA Y APROBADO POR LA DEPENDENCIA.
- 2.-ACOTACIONES EN METROS, NIVELES EN METROS.
- 3.-TODAS LAS ACOTACIONES, PAÑOS FIJOS Y NIVELES DEBERAN VERIFICARSE CON LOS PLANOS GEOMETRICOS Y EN LA OBRA.
- 4.-LOS ESQUEMAS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LOS QUE SE INDICA SU ARMADO NO ESTAN A ESCALA.
- 5.-DEBERA VERIFICARSE EL CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION QUE SE ANEXAN A LOS PLANOS DEL PROYECTO.

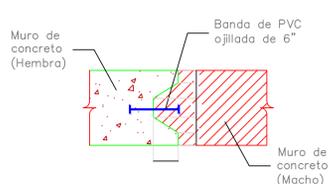
## SECCIÓN TIPO



SECCION SIN ESCALA



ISOMETRICO DE MURO



DETALLE JUNTA CONSTRUCTIVA

**COMISION NACIONAL DEL AGUA**  
 SUBDIRECCION GENERAL DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRICOLA  
 DIRECCION LOCAL MICHOACÁN

CONSTRUCCION DE INFRAESTRUCTURA DE PROTECCION CONTRA INUNDACIONES, EN LA LOCALIDAD DE TUZANTLA, MICHOACÁN.

PLANTA DE PROYECTO DEL MURO  
 ZONA DE INTERVENCIÓN

RESIDENTE GENERAL DIRECCION LOCAL EN MICHOACÁN      DIRECTOR LOCAL EN MICHOACÁN

Conforme: ING. JOSE FERRE VIEYRA      Aprobó: ING. PEDRO AGUILAR AGUILAR

FECHA: JULIO DE 2013      CLAVE: 2.F.4      PLANO No.: 1 DE 1      OFICINAS CENTRALES:



## CAPÍTULO V

# P RUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD EN EL CONCRETO



## CAPITULO V

### PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD EN EL CONCRETO

El control de calidad en la obra es un tema muy importante, porque con ello podremos estar seguros de que la obra podrá prestar el servicio para el cual fue diseñada, entre los puntos más importantes en el tema de control de calidad es el de verificar la calidad de los materiales empleados en la obra, así como una vez ya finalizada esta también.

El índice de resistencia más característico del concreto es su resistencia a la compresión, conforme lo dicta la Norma Mexicana NMX-C-083-ONNCCE, 2014, ya que en ella nos establece los métodos de prueba para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en especímenes cilíndricos moldeados.

El laboratorio juega un papel muy importante en el control de calidad de los materiales, ya que en él es donde se realizaran las pruebas correspondientes a los materiales empleados en la obra, que cumplan con las especificaciones establecidas por las normas, tanto también con las especificaciones que dicte el constructor.

Se realizaron pruebas de control de calidad para la compresión simple en cilindros de concreto, conforme lo dicta la Norma Mexicana antes mencionada, es importante mencionar que la resistencia a compresión incrementa con el paso del tiempo, por lo cual es de vital importancia tener la edad del concreto cuando se realice la prueba, esta propiedad mecánica se mide teniendo en cuenta ciertos aspectos de propiedades y dimensiones que deben contar los cilindros, la Norma nos habla de que deben medirse en probetas cilíndricas, las cuales tienen una relación altura/diámetro (h/d) igual a 2. Generalmente son especímenes de 15 centímetros de diámetro por 30 centímetros de altura.

Se toman 3 cilindros de concreto por cada elemento colado en la estructura, estos se tomaron en obra, las cuales fueron tomadas de la bomba pluma(manguera flexible).

#### **V.I. Pruebas de control de calidad en concreto**

En este siguiente apartado se mencionaran las pruebas que se debe llevar a cabo para poder realizar un buen control de calidad en concreto, así como los resultados obtenidos en laboratorio.



### **V.I.1. Muestreo de concreto fresco**

Este es uno de los procedimientos más importantes en todo proceso de prueba para el concreto, debido a que si la muestra no es representativa y confiable, todos los procesos que conlleven al muestreo se verían afectados, aun cuando se estén desarrollando conforme a los requerimientos establecidos en las normas.

#### **V.I.1.1. Equipo**

Se debe de saber que antes de empezar a tomar las muestras se debe de asegurar de tener el equipo limpio y las superficies de contacto con el concreto fresco húmedas:

- Carretilla o cubeta
- Charola
- Cucharon (Que cuente con mango)

A parte de los puntos anteriores mencionados, se debe de contar con una libreta o block de reportes.

#### **V.I.1.2. Procedimiento**

##### **Muestreo de concreto procedente de camiones mezcladores o agitadores**

Para poder garantizar la confiabilidad de los resultados, la muestra debe tomarse de cuando menos tres porciones diferentes de la carga, asegurando de que la muestra se tome en el tercio medio de la misma, ya una vez de que se haya descargado cuando menos el 15% de la carga, y antes de que se descargue el 85% de ella.

El tiempo máximo que se debe de emplear para tomar las porciones y completar la muestra es de 15 minutos.

Las porciones de muestra que se obtengan, deberán depositarse en la charola y ya una vez que se tenga la muestra completa esta se deberá remezclar vigorosamente con el cucharon para prevenir la segregación, hasta que se obtenga una apariencia de la mezcla homogénea.

Se debe evitar que la muestra quede al descubierto por más de 15 minutos, ya que en este tiempo se debe de haber terminado de efectuar las determinaciones requeridas y elaborar los especímenes.

##### **Muestreo del concreto procedente de mezcladoras estacionarias**



Cuando se muestrea de mezcladoras estacionarias, se procede de manera semejante a lo anteriormente indicado, pero teniendo en cuenta que las muestras se obtienen tomando un mínimo de tres porciones durante el segundo tercio de la descarga.



**IMAGEN I – MUESTREO DEL CONCRETO FRESCO – (IMCYC)**

### V.I.1.3. Reporte

En la libreta de reporte, se anotara con claridad de donde, cuando (Fecha y Hora) y para que objeto se tomó la muestra de concreto fresco. En la cual también se debe de registrar la localización o destino que se dio al concreto (En que parte del elemento estructural quedo colado), tratando de ubicar y señalar bien el punto donde se realizó el colado y del cual se tomaron las muestras.

### V.I.2. Revenimiento

Una de las características del concreto fresco antes de fraguarse es la trabajabilidad, que se considera como el índice que expresa su aptitud para la aplicación, y su calidad y homogeneidad después del fraguado. La facilidad de aplicación se define principalmente por la consistencia, que varía por la cantidad de agua que contiene el concreto. Esta consistencia se mide por la prueba de revenimiento. Esta determinación es de gran importancia, ya que con esta prueba se decide si el concreto puede ser colado, asegurando que la mezcla de concreto sea trabajable.

Para esto nos basaremos en la determinación del revenimiento del concreto



fresco, conforme lo dicta la Norma Mexicana NMX-C-156-ONNCCE-2010.

Una diferencia de centímetros en la determinación de esta prueba, puede provocar el rechazo de una carga completa de concreto.

### **V.I.2.1. Equipo**

Al realizar la determinación del revenimiento, se requiere del siguiente equipo limpio.

- Cono estándar de revenimiento (con dos estribos y jaladoras)
- Cucharon pequeño con mango
- Varilla punta de bala
- Cinta métrica

### **V.I.2.2. Procedimiento**

#### **Llenado del cono y compactación**

Una vez homogeneizada la muestra, se selecciona una superficie plana, horizontal lisa, firme y no absorbente, (puede ser una placa metálica). Se humedece esta superficie y el interior del cono, a continuación se fija el cono sobre la superficie húmeda colocando los pies del operador sobre los estribos (posición que se deberá mantener durante toda la operación del llenado y compactación), procediendo como se marca a continuación.

Se debe de llenar el cono en 3 capas, cada capa debe ser aproximadamente un tercio del volumen total del cono y hacer la compactación, la cual se realiza de la manera siguiente:

Para la primera capa, debe tener una altura de aproximadamente 7 centímetros, la cual se compacta con 25 penetraciones de la varilla punta de bala, inclinándola ligeramente para compactar las orillas siguiendo un espiral hacia el centro.

Para la segunda capa, que esta debe alcanzar una altura de aproximadamente 15 centímetros dentro del cono, se compacta con 25 penetraciones de la varilla punta de bala, realizando lo mismo que se hizo para la primera capa, pero esta vez procurando que en cada uno de los golpes la varilla penetre aproximadamente unos 2 o 3 centímetros de la primera capa.

Para la tercera capa, con la cual debe de llenarse el cono y rebasar ligeramente el borde superior del mismo, se compacta también con 25 golpes de la varilla punta de bala; para lo cual en cada golpe se debe de penetrar de 2 a 3 centímetros de la segunda capa. Durante la compactación de la tercera capa, el concreto puede quedar debajo del borde superior del cono, se puede agregar en este caso un



poco de mezcla y continuar compactando hasta completar el número de golpes especificado. En lo cual se recomienda que se debe de agregar mezcla después de los primeros 10 golpes.



**IMAGEN II – PROCEDIMIENTO DE LA DETERMINACION DEL REVENIMIENTO EN EL CONCRETO FRESCO**

### **Enrasado y limpieza del concreto sobrante**

Utilizando la varilla punta de bala, se enrasa el concreto apoyándose en el borde superior del cono. Ya una vez enrasado, se limpia el exceso de concreto que haya alrededor del cono.

### **Levantamiento del cono**

Después de haber hecho el enrase y haber limpiado el exceso de concreto, se procede a hacer el levantamiento del cono, este se tendrá que hacer de manera suave, asegurando que no se vaya a mover la muestra (esto para permitir que el concreto al liberarse del molde se asiente de manera normal), alzándolo verticalmente y evitando giros o inclinaciones del cono. Para poder hacer el levantamiento del cono se requiere de un tiempo mínimo, de 5+/-2 segundos.

### **Medida del revenimiento**

Inmediatamente después de haber levantado el cono, este se deberá colocar de



cabeza junto al concreto asentado, poniendo la varilla acostada y horizontal sobre el borde del cono y en dirección de la altura promedio de la base superior en el concreto asentado. Se mide verticalmente con la cinta métrica, la diferencia que exista entre la altura del cono de metal y la porción central de la superficie del concreto asentado. Esta medida anterior tomada va a ser el revenimiento y este se deberá reportar con aproximación de un centímetro. En caso de que la muestra falle por estar fuera de tolerancia (es decir, el revenimiento es demasiado bajo o demasiado alto), debe de tomarse otra muestra, en caso de que esta también falle, la cantidad restante de la mezcla debe de ser rechazada.

La operación completa desde el comienzo del llenado hasta que se levante el molde, debe hacerse sin interrupción y en un tiempo no mayor de 2.5 minutos.



**IMAGEN III - MEDICION DEL REVENIMIENTO**

A continuación se indican los valores nominales y tolerancias, aplicables en la prueba de revenimiento según la Norma Oficial Mexicana NOM-C-155



<b>REVENIMIENTO ESPECIFICADO EN cm.</b>	<b>TOLERANCIA EN cm.</b>
menos de 5	± 1.5
5 a 10	± 2.5
más de 10	± 3.5

**IMAGEN IV – VALOR NOMINAL DEL REVENIMIENTO Y TOLERANCIAS**

Algunos revenimientos considerados como normales en concretos de tipo estructural pueden llegar a variar entre 5 y 10 centímetros, revenimientos altos podrían ser de 10 a 15 centímetros y algunos revenimientos bajos podrían ser menores de 5 centímetros. El revenimiento del concreto puede estar en relación directa con el tipo de aplicación que se vaya a dar y de la trabajabilidad que se requiere, a continuación se presenta una tabla de algunos revenimientos recomendados en diversas obras de concreto.

<b>Tipo de Construcción</b>	<b>Revenimiento Cm.</b>	
	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
Concreto reforzado en muros y zapatas	8	2
Concreto en zapatas simples, corazas y muros de cimentación	8	2
Muros y vigas de concreto reforzado	10	2
Columnas para edificios	10	2
Losas y pavimentos	8	2
Concreto masivo	5	2

**IMAGEN V – REVENIMIENTOS RECOMENDADOS EN DIVERSAS OBRAS DE CONCRETO**



### V.I.2.3. Reporte

En la libreta o block de reporte se debe de anotar la planta, numero de camión, numero de remisión, hora de llegada de la olla y hora del muestreo, así como el valor del revenimiento con la observación de “Desviado” si es que esto llega a ocurrir y la localización del lugar donde se colocó el concreto.

### V.I.3. Moldeo de cilindros

La resistencia a la compresión se mide tronando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión, esta medición se realiza en un laboratorio de control de calidad, la resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste la carga y se reporta en Mpa.

El único trabajo que se elabora en la obra es tomar muestras de cilindros de concreto para la prueba de compresión. Se debe ensayar a compresión en cilindros de 15 centímetros de diámetro por 30 centímetros de altura.

Para que se pueda juzgar de manera adecuada la calidad del concreto, se requiere que los cilindros sean elaborados conforme a la NMX-C-160-ONNCCE-2004 (Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto) desarrollando correctamente los procedimientos especificados para el llenado de los moldes, compactación, enrasado e identificación.

#### V.I.3.1. Equipo

Para efectuar el moldeo de cilindros, se requiere del siguiente equipo:

- Moldes de 15 centímetros de diámetro x 30 centímetros de altura (los necesarios para los cilindros que debas moldear, perfectamente sellados para evitar fugas y aceitados ligeramente con aceite muy delgado en las superficies interiores)
- Cucharón
- Varilla punta de bala o vibrador (dependiendo del valor del revenimiento del concreto)
- Mazo de hule

Además de lo mencionado anteriormente, se debe de contar con el material necesario para proteger los cilindros después de moldearlos.

#### V.I.3.2. Procedimiento

Se deben revisar primeramente que los moldes estén completamente sellados para evitar pérdidas de agua. Una vez sellados, se aceitan ligeramente con aceite



rebajado con gasolina las superficies interiores del molde. A continuación se procede de la siguiente manera:

El lugar en que se debe moldear los cilindros, debe encontrarse cubierto y la superficie en que queden almacenados, debe ser horizontal, lisa y libre de vibraciones.

Se requiere que la temperatura del lugar, pueda ser mantenida entre 15 y 27 grados centígrados.

Se colocan los moldes sobre la superficie en el lugar que quedaran almacenados y se procede con la muestra homogeneizada debidamente remezclada, a elaborar cada cilindro como se explica a continuación:

### **V.I.3.3. Llenado del molde y compactación por varillado**

Se debe llenar el molde en 3 capas, cada capa debe de ser de aproximadamente un tercio del volumen total del molde.

La primera capa que debe tener una altura aproximada de 10 centímetros se compacta con 25 penetraciones, siguiendo el trazo de un espiral, de la orilla al centro.



**IMAGEN VI – LLENADO DEL MOLDE Y COMPACTACION POR VARILLADO**

Después de haber sido compactada la primera capa, si quedan oquedades superficiales, se golpea ligeramente con un mazo de hule de 10 a 15 veces, de



abajo hacia arriba sobre el cuerpo del molde, para que cierren los vacíos que se hayan quedado al compactar.

La segunda capa, con la que se debe de alcanzar una altura aproximada de 20 centímetros dentro del molde, se compacta con 25 penetraciones de la varilla de la misma manera que se hizo al compactar la primera capa, pero procurando que en cada golpe la varilla penetre 2 centímetros de la primera capa.

Después de que se haya compactado la segunda capa, si hay oquedades, se repite el golpeo lateral en la misma forma que se hizo en la primera capa, con la tercera capa, se debe de llenar completamente el molde y agregar una cantidad extra suficiente, para que después de hacer la compactación, también con 25 golpes de la varilla que deben de penetrar 2 centímetros de la segunda capa, el molde debe quedar totalmente lleno con un ligero excedente, si hay oquedades se repite el golpeo lateral como se realizó en las capas anteriores.



**IMAGEN VII – GOLPETEO LATERAL CON MAZO DE HULE PARA CERRAR VACIOS**

### **Enrasado**

Se elimina el exceso de concreto, pasando la varilla punta de bala o con una llana, según sea apropiado, con el fin de obtener una superficie plana y uniforme. Es importante evitar pasadas en exceso que hagan sangrar el concreto.

### **Identificación**

Para identificar los cilindros, se puede trazar con trazos muy finos sobre la parte



superior del cilindro o realizar unas etiquetas y colocarlas de igual forma en la parte superior del cilindro, con las claves de identificación que se tengan designadas.

### **Protección de los cilindros**

Para evitar la evaporación del agua de los cilindros, recién elaborados, se deben cubrir inmediatamente después de la identificación, con una tapa de material no absorbente ni reactivo, o con una tela de plástico resistente, durable e impermeable.

### **V.I.4. Curado del concreto**

Los especímenes de prueba elaborados para comprobar las proporciones de la mezcla para propósitos de resistencia, o como base para la aceptación, deben retirarse de los moldes, de preferencia a las 24 horas, estos no deben ser descimbrados antes de 20 horas ni después de 48 horas. Y almacenarse de inmediato en una condición húmeda a la temperatura de  $23 \pm 2$  grados centígrados, hasta el momento de la prueba.

#### **Curado inicial**

Durante las primeras 24 horas después del moldeado, todos los especímenes de prueba deben almacenarse bajo condiciones que mantengan la temperatura adyacente a los especímenes en el intervalo de  $16^{\circ}$  a  $27^{\circ}$  C y prevenir pérdidas de humedad de los especímenes. A toda hora la temperatura dentro y entre los especímenes deberá ser controlada protegiéndolos de los rayos del sol y de cualquier mecanismo irradiador de calor. Los especímenes que serán transportados al laboratorio para curado estándar antes de 48 horas, deberán permanecer en los moldes en un ambiente húmedo hasta ser recibidos en el laboratorio, desmoldados y colocados en el curado estándar. Si los especímenes no son transportados en 48 horas, los moldes deben ser removidos en 24 horas y usar curado estándar hasta ser transportados.

#### **Curado estándar**

Una vez completado el curado inicial y dentro de los 30 minutos de remover los moldes, se almacenaran los moldes en una condición húmeda con agua libre en sus superficies a toda hora en una temperatura de  $23 \pm 17^{\circ}$  C. Temperaturas entre  $20^{\circ}$  y  $30^{\circ}$  C son permitidas por periodos que no excedan de 3 horas inmediatamente antes de la prueba. Los especímenes nos deberán ser expuestos al goteo o a corrientes de agua.

### **V.I.5. Cabeceo de cilindros**



Es la preparación de las bases de los especímenes de concreto para su prueba, logrando una superficie uniforme y poder distribuir uniformemente la carga, lo cual se realiza mediante la Norma Mexicana NMX-C-109-ONNCCE-2013.

#### **V.I.5.1. Equipo**

- Placas cabeceadoras
- Dispositivos de alineamiento
- Recipientes para fundir azufre

#### **V.I.5.2. Procedimiento**

Si la cabeza que va a recibir el material de cabeceo tiene una capa o depósito aceitoso o de cera que evite la adherencia del cabeceo, habrá que eliminar estos depósitos o recubrimientos. Si se desea, las placas del cabeceo pueden ser cubiertas con una capa delgada de aceite mineral o grasa para evitar la adherencia del material a la placa de cabeceo.

Los platos metálicos empleados para el cabeceo de los especímenes con el azufre debe ser por lo menos 5 milímetros mayor que el del espécimen por cabecear, al igual que el alineamiento tiene que ser preciso, por lo cual se utilizan barras guías o niveles de “ojo de buey” en unión con las placas de cabeceo para verificar su alineamiento lo más perpendicularmente posible.

Se prepara el azufre para su empleo, calentándolo a  $140 \pm 10^\circ \text{C}$ . Recargue el recipiente con material fresco y el suficiente número de intervalos para asegurar que el material “más viejo” no haya sido empleado más de 5 veces y evitar que el material pueda disminuir la resistencia y fluidez ocasionada por la contaminación del mortero con aceite o con desperdicio de distintas clases y pérdida de azufre a través de la volatilización. El azufre debe estar seco en el momento que se coloque en el recipiente para el fundido ya que la humedad puede producir espuma.

La placa de cabeceo o dispositivo para el cabeceo debe ser calentada ligeramente antes de ser empleada para frenar la velocidad de enfriamiento del material y permitir la producción de capas delgadas. Lubríquese ligeramente la placa y agítase el mortero de azufre inmediatamente antes de colocar cada capa. Las bases de los especímenes curados en forma húmeda deben estar suficientemente secas en el momento del cabeceo, para evitar que dentro de las capas se formen burbujas de vapor.

En caso de emplear dispositivo vertical, coloque el azufre dentro de la placa de cabeceo, levantando el cilindro arriba de la placa y haciendo contacto lateral con las guías, deslizando el cilindro hacia abajo hasta que entre en contacto con la



placa de acero mientras se mantiene un contacto constante con las líneas de alineamiento. El cilindro deberá permanecer en contacto con las guías mientras descansa y se endurece el mortero de azufre depositado sobre la placa de acero. Coloque suficiente azufre para cubrir la cabeza del cilindro mientras el mortero de azufre se solidifica.

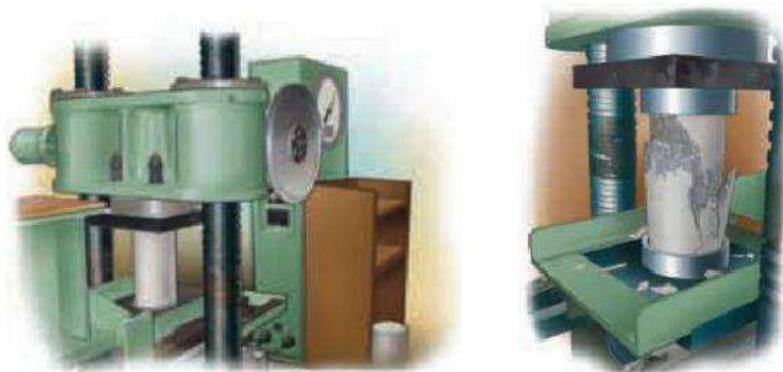
### **V.I.6. Resistencia a la compresión**

La resistencia a la compresión de las mezclas de concreto se pueden diseñar de tal manera que tengan una amplia variedad de propiedades mecánicas y de durabilidad, que cumplan con los requerimientos de diseño de la estructura.

En esta prueba se verificara la resistencia a compresión del concreto endurecido. La resistencia a la compresión del concreto es la medida más común de desempeño que emplean los ingenieros para diseñar estructuras.

Este método de prueba consiste en aplicar una carga axial a cilindros moldeados y calcular la resistencia a la compresión mediante la división de la carga máxima obtenida entre el área real de la sección transversal del espécimen.

Los resultados de este método de prueba pueden ser utilizados como base para el control de calidad del concreto, determinación de variaciones con especificaciones, control de evaluación de la efectividad de las mezclas y usos similares. En la mayoría de los casos, los requerimientos de resistencia para el concreto se realizan a la edad de 28 días.



**IMAGEN VIII – APLICACIÓN DE CARGA Y RUPTURA DEL CILINDRO - IMCYC**

#### **V.I.6.1. Equipo**

- Metro para medir diámetro

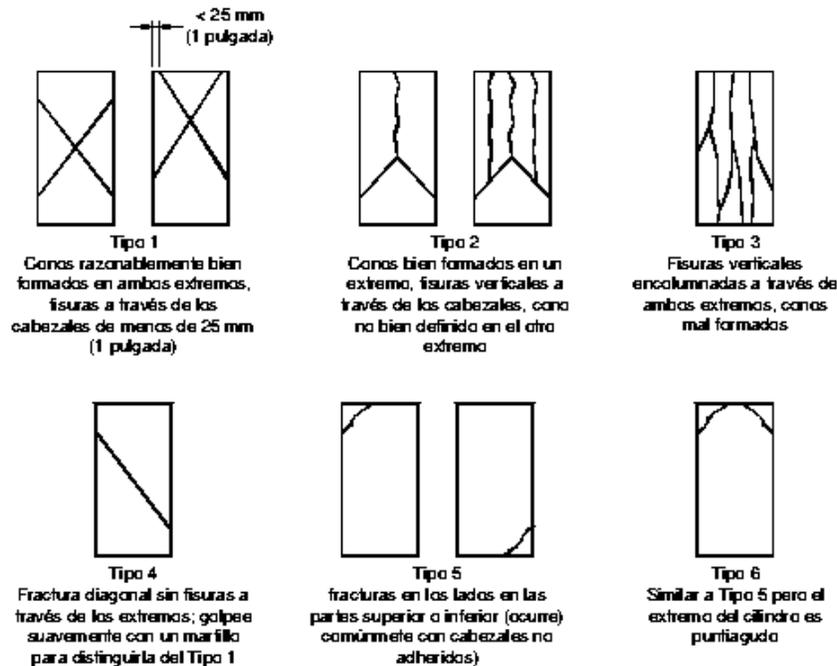


- Máquina de ensayo (Prensa)

### V.I.6.2. Procedimiento

Una vez obtenido el diámetro del espécimen se coloca en la máquina de ensayo centrando el eje vertical del espécimen en el centro de la placa de apoyo, se ajusta la platina superior a la cara del espécimen de manera que no se aplique carga de impacto.

Se nivela y se pone en ceros la máquina para poder aplicar una carga constante. Se continúa la carga del espécimen hasta la falla del mismo registrándolo en la bitácora del laboratorio. En la cual también se debe de anotar el tipo de fractura, la fractura cónica es un patrón común de ruptura.



Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se usan fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada  $f'_c$  del proyecto.

Estos resultados de las pruebas de resistencia a partir de los cilindros moldeados se utilizan con fines de control de calidad y aceptación del concreto.



$$\text{Resistencia (kg/cm}^2\text{)} = \frac{\text{Carga (Kg)}}{\text{Área de contacto (cm}^2\text{)}}$$

Conociendo y registrando su edad se determina su porcentaje de resistencia respecto a la resistencia de proyecto de la forma siguiente:

$$\% \text{Resistencia} = \frac{\text{Resistencia real a cierta edad}}{\text{Resistencia de proyecto}}$$

Todo informe debe incluir los siguientes conceptos:

- 1.- Número de identificación del cilindro
- 2.- Diámetro del cilindro
- 3.- Área de la sección transversal
- 4.- Carga máxima
- 5.- Resistencia a la compresión
- 6.- Edad en días
- 7.- Tipo de mezclado
- 8.- Tipo de cemento
- 9.- Ubicación del elemento
- 10.- Revenimiento



## V.I.7. Datos obtenidos en el laboratorio

## Datos de bitácora

## Resistencia a la Compresión de Concreto Hidráulico

Obra: Cabecera Municipal de Tuzantla, Michoacán.

Periodo de elaboración de concreto: 17/09/2014 al 13/11/2014

Periodo de elaboración de pruebas: 24/09/2014 al 11/12/2014

Resistencia de Proyecto del concreto: 250 kg/cm<sup>2</sup>

No.	No. Ensaye	Revenim (cm)	Muestra	Fecha de Colado	Fecha de Ruptura	Carga w (kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)	Edad (días)	Resistencia Teórica (%)	Tipo de Cemento
1	1	12	1	17/09/2014	24/09/2014	31420	176.72	177.80	71	7	71	CPC
2	2	12		17/09/2014	01/10/2014	38560	176.72	218.20	87	14	87	CPC
3	3	12		17/09/2014	15/10/2014	44240	176.72	250.34	100	28	100	CPC
4	1	12	2	17/09/2014	24/09/2014	31420	179.08	175.45	70	7	71	CPC
5	2	12		17/09/2014	01/10/2014	38980	179.08	217.67	87	14	87	CPC
6	3	12		17/09/2014	15/10/2014	44860	179.08	250.50	100	28	100	CPC
7	1	11	3	18/09/2014	25/09/2014	31587	179.08	176.38	71	7	71	CPC
8	2	11		18/09/2014	02/10/2014	39050	179.08	218.06	87	14	87	CPC
9	3	11		18/09/2014	16/10/2014	45010	179.08	251.34	101	28	100	CPC
10	1	12	4	18/09/2014	25/09/2014	31462	176.72	178.03	71	7	71	CPC
11	2	12		18/09/2014	02/10/2014	38547	176.72	218.12	87	14	87	CPC
12	3	12		18/09/2014	16/10/2014	44252	176.72	250.41	100	28	100	CPC
13	1	12	5	22/09/2014	29/09/2014	31852	179.08	177.86	71	7	71	CPC
14	2	12		22/09/2014	06/10/2014	38963	179.08	217.57	87	14	87	CPC
15	3	12		22/09/2014	20/10/2014	44812	179.08	250.23	100	28	100	CPC
16	1	12	6	22/09/2014	29/09/2014	31984	179.08	178.60	71	7	71	CPC
17	2	12		22/09/2014	06/10/2014	39052	179.08	218.07	87	14	87	CPC
18	3	12		22/09/2014	20/10/2014	44871	179.08	250.56	100	28	100	CPC
19	1	12	7	22/09/2014	29/09/2014	31654	176.72	179.12	72	7	71	CPC
20	2	12		22/09/2014	06/10/2014	38570	176.72	218.25	87	14	87	CPC
21	3	12		22/09/2014	20/10/2014	44250	176.72	250.40	100	28	100	CPC
22	1	11	8	23/09/2014	30/09/2014	31598	176.72	178.80	72	7	71	CPC
23	2	11		23/09/2014	07/10/2014	38480	176.72	217.75	87	14	87	CPC
24	3	11		23/09/2014	21/10/2014	44300	176.72	250.68	100	28	100	CPC
25	1	12	9	26/09/2014	03/10/2014	31841	179.08	177.80	71	7	71	CPC
26	2	12		26/09/2014	10/10/2014	39025	179.08	217.92	87	14	87	CPC
27	3	12		26/09/2014	24/10/2014	44860	179.08	250.50	100	28	100	CPC
28	1	12	10	23/09/2014	30/09/2014	31863	179.08	177.93	71	7	71	CPC
29	2	12		23/09/2014	07/10/2014	39114	179.08	218.42	87	14	87	CPC
30	3	12		23/09/2014	21/10/2014	44975	179.08	251.14	100	28	100	CPC
31	1	12	11	26/09/2014	03/10/2014	31858	179.08	177.90	71	7	71	CPC
32	2	12		26/09/2014	10/10/2014	39160	179.08	218.67	87	14	87	CPC
33	3	12		26/09/2014	24/10/2014	44892	179.08	250.68	100	28	100	CPC
34	1	12	12	26/09/2014	03/10/2014	31376	176.72	177.55	71	7	71	CPC
35	2	12		26/09/2014	10/10/2014	38590	176.72	218.37	87	14	87	CPC
36	3	12		26/09/2014	24/10/2014	44360	176.72	251.02	100	28	100	CPC
37	1	12	13	27/09/2014	04/10/2014	31853	179.08	177.87	71	7	71	CPC
38	2	12		27/09/2014	11/10/2014	38970	179.08	217.61	87	14	87	CPC
39	3	12		27/09/2014	25/10/2014	44920	179.08	250.84	100	28	100	CPC
40	1	12	14	27/09/2014	04/10/2014	31912	179.08	178.20	71	7	71	CPC
41	2	12		27/09/2014	11/10/2014	39008	179.08	217.82	87	14	87	CPC
42	3	12		27/09/2014	25/10/2014	44865	179.08	250.53	100	28	100	CPC



# CONTROL DE CALIDAD



43	1	11	15	27/09/2014	04/10/2014	30956	174.37	177.53	71	7	71	CPC
44	2	11		27/09/2014	11/10/2014	38170	174.37	218.90	88	14	87	CPC
45	3	11		27/09/2014	25/10/2014	43820	174.37	251.30	101	28	100	CPC
46	1	10	16	30/09/2014	07/10/2014	31564	176.72	178.61	71	7	71	CPC
47	2	10		30/09/2014	14/10/2014	38834	176.72	219.75	88	14	87	CPC
48	3	10		30/09/2014	28/10/2014	44426	176.72	251.39	101	28	100	CPC
49	1	12	17	30/09/2014	07/10/2014	31414	176.72	177.76	71	7	71	CPC
50	2	12		30/09/2014	14/10/2014	38690	176.72	218.93	88	14	87	CPC
51	3	12		30/09/2014	28/10/2014	44280	176.72	250.57	100	28	100	CPC
52	1	12	18	01/10/2014	08/10/2014	31525	176.72	178.39	71	7	71	CPC
53	2	12		01/10/2014	15/10/2014	38710	176.72	219.05	88	14	87	CPC
54	3	12		01/10/2014	29/10/2014	44198	176.72	250.10	100	28	100	CPC
55	1	11	19	01/10/2014	08/10/2014	31387	176.72	177.61	71	7	71	CPC
56	2	11		01/10/2014	15/10/2014	38596	176.72	218.40	87	14	87	CPC
57	3	11		01/10/2014	29/10/2014	44310	176.72	250.74	100	28	100	CPC
58	1	12	20	04/10/2014	11/10/2014	31463	176.72	178.04	71	7	71	CPC
59	2	12		04/10/2014	18/10/2014	38641	176.72	218.66	87	14	87	CPC
60	3	12		04/10/2014	01/11/2014	44230	176.72	250.28	100	28	100	CPC
61	1	12	21	06/10/2014	13/10/2014	31398	176.72	177.67	71	7	71	CPC
62	2	12		06/10/2014	20/10/2014	38471	176.72	217.69	87	14	87	CPC
63	3	12		06/10/2014	03/11/2014	44290	176.72	250.62	100	28	100	CPC
64	1	12	22	04/10/2014	11/10/2014	31950	179.08	178.41	71	7	71	CPC
65	2	12		04/10/2014	18/10/2014	38982	179.08	217.68	87	14	87	CPC
66	3	12		04/10/2014	01/11/2014	44850	179.08	250.45	100	28	100	CPC
67	1	12	23	06/10/2014	13/10/2014	31860	179.08	177.91	71	7	71	CPC
68	2	12		06/10/2014	20/10/2014	39021	179.08	217.90	87	14	87	CPC
69	3	12		06/10/2014	03/11/2014	44930	179.08	250.89	100	28	100	CPC
70	1	11	24	06/10/2014	13/10/2014	31795	179.08	177.55	71	7	71	CPC
71	2	11		06/10/2014	20/10/2014	39111	179.08	218.40	87	14	87	CPC
72	3	11		06/10/2014	03/11/2014	45001	179.08	251.29	101	28	100	CPC
73	1	12	25	09/10/2014	16/10/2014	31420	176.72	177.80	71	7	71	CPC
74	2	12		09/10/2014	23/10/2014	38647	176.72	218.69	87	14	87	CPC
75	3	12		09/10/2014	06/11/2014	44269	176.72	250.50	100	28	100	CPC
76	1	12	26	09/10/2014	16/10/2014	31507	176.72	178.29	71	7	71	CPC
77	2	12		09/10/2014	23/10/2014	38552	176.72	218.15	87	14	87	CPC
78	3	12		09/10/2014	06/11/2014	44325	176.72	250.82	100	28	100	CPC
79	1	12	27	09/10/2014	16/10/2014	31604	176.72	178.84	72	7	71	CPC
80	2	12		09/10/2014	23/10/2014	38462	176.72	217.64	87	14	87	CPC
81	3	12		09/10/2014	06/11/2014	44260	176.72	250.45	100	28	100	CPC
82	1	11	28	10/10/2014	17/10/2014	32008	179.08	178.74	71	7	71	CPC
83	2	11		10/10/2014	24/10/2014	38965	179.08	217.58	87	14	87	CPC
84	3	11		10/10/2014	07/11/2014	44880	179.08	250.61	100	28	100	CPC
85	1	12	29	10/10/2014	17/10/2014	31985	179.08	178.61	71	7	71	CPC
86	2	12		10/10/2014	24/10/2014	39018	179.08	217.88	87	14	87	CPC
87	3	12		10/10/2014	07/11/2014	44796	179.08	250.15	100	28	100	CPC
88	1	12	30	14/10/2014	21/10/2014	31450	176.72	177.97	71	7	71	CPC
89	2	12		14/10/2014	28/10/2014	38674	176.72	218.84	88	14	87	CPC
90	3	12		14/10/2014	11/11/2014	44325	176.72	250.82	100	28	100	CPC
91	1	12	31	14/10/2014	21/10/2014	31510	176.72	178.30	71	7	71	CPC
92	2	12		14/10/2014	28/10/2014	38590	176.72	218.37	87	14	87	CPC
93	3	12		14/10/2014	11/11/2014	44291	176.72	250.63	100	28	100	CPC
94	1	11	32	15/10/2014	22/10/2014	31863	179.08	177.93	71	7	71	CPC
95	2	11		15/10/2014	29/10/2014	39121	179.08	218.46	87	14	87	CPC
96	3	11		15/10/2014	12/11/2014	44885	179.08	250.64	100	28	100	CPC
97	1	12	33	15/10/2014	22/10/2014	31790	179.08	177.52	71	7	71	CPC
98	2	12		15/10/2014	29/10/2014	38995	179.08	217.75	87	14	87	CPC
99	3	12		15/10/2014	12/11/2014	44790	179.08	250.11	100	28	100	CPC
100	1	12	34	15/10/2014	22/10/2014	31850	179.08	177.85	71	7	71	CPC
101	2	12		15/10/2014	29/10/2014	39008	179.08	217.82	87	14	87	CPC
102	3	12		15/10/2014	12/11/2014	44856	179.08	250.48	100	28	100	CPC
103	1	12	35	18/10/2014	25/10/2014	31790	179.08	177.52	71	7	71	CPC
104	2	12		18/10/2014	01/11/2014	39100	179.08	218.34	87	14	87	CPC
105	3	12		18/10/2014	15/11/2014	44870	179.08	250.56	100	28	100	CPC
106	1	12	36	18/10/2014	25/10/2014	31425	176.72	177.82	71	7	71	CPC
107	2	12		18/10/2014	01/11/2014	38651	176.72	218.71	87	14	87	CPC
108	3	12		18/10/2014	15/11/2014	44269	176.72	250.50	100	28	100	CPC



109	1	12	37	20/10/2014	27/10/2014	31850	179.08	177.85	71	7	71	CPC
110	2	12		20/10/2014	03/11/2014	38964	179.08	217.58	87	14	87	CPC
111	3	12		20/10/2014	17/11/2014	44857	179.08	250.49	100	28	100	CPC
112	1	11	38	20/10/2014	27/10/2014	31968	179.08	178.51	71	7	71	CPC
113	2	11		20/10/2014	03/11/2014	39002	179.08	217.79	87	14	87	CPC
114	3	11		20/10/2014	17/11/2014	44769	179.08	249.99	100	28	100	CPC
115	1	10	39	23/10/2014	30/10/2014	31858	179.08	177.90	71	7	71	CPC
116	2	10		23/10/2014	06/11/2014	38995	179.08	217.75	87	14	87	CPC
117	3	10		23/10/2014	20/11/2014	44859	179.08	250.50	100	28	100	CPC
118	1	12	40	23/10/2014	30/10/2014	31426	176.72	177.83	71	7	71	CPC
119	2	12		23/10/2014	06/11/2014	38567	176.72	218.24	87	14	87	CPC
120	3	12		23/10/2014	20/11/2014	44202	176.72	250.12	100	28	100	CPC
121	1	12	41	24/10/2014	31/10/2014	31512	176.72	178.32	71	7	71	CPC
122	2	12		24/10/2014	07/11/2014	38496	176.72	217.84	87	14	87	CPC
123	3	12		24/10/2014	21/11/2014	44235	176.72	250.31	100	28	100	CPC
124	1	12	42	24/10/2014	31/10/2014	31497	176.72	178.23	71	7	71	CPC
125	2	12		24/10/2014	07/11/2014	38456	176.72	217.61	87	14	87	CPC
126	3	12		24/10/2014	21/11/2014	44278	176.72	250.55	100	28	100	CPC
127	1	11	43	27/10/2014	03/11/2014	32005	179.08	178.72	71	7	71	CPC
128	2	11		27/10/2014	10/11/2014	38961	179.08	217.56	87	14	87	CPC
129	3	11		27/10/2014	24/11/2014	44788	179.08	250.10	100	28	100	CPC
130	1	12	44	27/10/2014	03/11/2014	31904	179.08	178.16	71	7	71	CPC
131	2	12		27/10/2014	10/11/2014	38973	179.08	217.63	87	14	87	CPC
132	3	12		27/10/2014	24/11/2014	44892	179.08	250.68	100	28	100	CPC
133	1	12	45	27/10/2014	03/11/2014	31890	179.08	178.08	71	7	71	CPC
134	2	12		27/10/2014	10/11/2014	39058	179.08	218.10	87	14	87	CPC
135	3	12		27/10/2014	24/11/2014	44816	179.08	250.26	100	28	100	CPC
136	1	11	46	28/10/2014	04/11/2014	31425	176.72	177.82	71	7	71	CPC
137	2	11		28/10/2014	11/11/2014	38456	176.72	217.61	87	14	87	CPC
138	3	11		28/10/2014	25/11/2014	44225	176.72	250.25	100	28	100	CPC
139	1	12	47	28/10/2014	04/11/2014	31394	176.72	177.65	71	7	71	CPC
140	2	12		28/10/2014	11/11/2014	38491	176.72	217.81	87	14	87	CPC
141	3	12		28/10/2014	25/11/2014	44305	176.72	250.71	100	28	100	CPC
142	1	12	48	31/10/2014	07/11/2014	31406	176.72	177.72	71	7	71	CPC
143	2	12		31/10/2014	14/11/2014	38510	176.72	217.92	87	14	87	CPC
144	3	12		31/10/2014	28/11/2014	44269	176.72	250.50	100	28	100	CPC
145	1	12	49	31/10/2014	07/11/2014	31561	176.72	178.59	71	7	71	CPC
146	2	12		31/10/2014	14/11/2014	38490	176.72	217.80	87	14	87	CPC
147	3	12		31/10/2014	28/11/2014	44206	176.72	250.15	100	28	100	CPC
148	1	12	50	03/11/2014	10/11/2014	31424	176.72	177.82	71	7	71	CPC
149	2	12		03/11/2014	17/11/2014	38452	176.72	217.59	87	14	87	CPC
150	3	12		03/11/2014	01/12/2014	44265	176.72	250.48	100	28	100	CPC
151	1	12	51	03/11/2014	10/11/2014	31506	176.72	178.28	71	7	71	CPC
152	2	12		03/11/2014	17/11/2014	38612	176.72	218.49	87	14	87	CPC
153	3	12		03/11/2014	01/12/2014	44198	176.72	250.10	100	28	100	CPC
154	1	12	52	04/11/2014	11/11/2014	31432	176.72	177.86	71	7	71	CPC
155	2	12		04/11/2014	18/11/2014	38496	176.72	217.84	87	14	87	CPC
156	3	12		04/11/2014	02/12/2014	44208	176.72	250.16	100	28	100	CPC
157	1	12	53	04/11/2014	11/11/2014	31890	179.08	178.08	71	7	71	CPC
158	2	12		04/11/2014	18/11/2014	38957	179.08	217.54	87	14	87	CPC
159	3	12		04/11/2014	02/12/2014	44853	179.08	250.46	100	28	100	CPC
160	1	11	54	07/11/2014	14/11/2014	31850	179.08	177.85	71	7	71	CPC
161	2	11		07/11/2014	21/11/2014	38985	179.08	217.70	87	14	87	CPC
162	3	11		07/11/2014	05/12/2014	44798	179.08	250.16	100	28	100	CPC
163	1	12	55	07/11/2014	14/11/2014	31820	179.08	177.69	71	7	71	CPC
164	2	12		07/11/2014	21/11/2014	38996	179.08	217.76	87	14	87	CPC
165	3	12		07/11/2014	05/12/2014	44876	179.08	250.59	100	28	100	CPC
166	1	12	56	08/11/2014	15/11/2014	31435	176.72	177.88	71	7	71	CPC
167	2	12		08/11/2014	22/11/2014	38532	176.72	218.04	87	14	87	CPC
168	3	12		08/11/2014	06/12/2014	44260	176.72	250.45	100	28	100	CPC
169	1	12	57	08/11/2014	15/11/2014	31472	176.72	178.09	71	7	71	CPC
170	2	12		08/11/2014	22/11/2014	38495	176.72	217.83	87	14	87	CPC
171	3	12		08/11/2014	06/12/2014	44208	176.72	250.16	100	28	100	CPC
172	1	12	58	11/11/2014	18/11/2014	31387	176.72	177.61	71	7	71	CPC
173	2	12		11/11/2014	25/11/2014	38526	176.72	218.01	87	14	87	CPC
174	3	12		11/11/2014	09/12/2014	44258	176.72	250.44	100	28	100	CPC



175	1	12	59	11/11/2014	18/11/2014	31470	176.72	178.08	71	7	71	CPC
176	2	12		11/11/2014	25/11/2014	38514	176.72	217.94	87	14	87	CPC
177	3	12		11/11/2014	09/12/2014	44216	176.72	250.20	100	28	100	CPC
178	1	12	60	11/11/2014	18/11/2014	31032	174.37	177.97	71	7	71	CPC
179	2	12		11/11/2014	25/11/2014	38045	174.37	218.19	87	14	87	CPC
180	3	12		11/11/2014	09/12/2014	43664	174.37	250.41	100	28	100	CPC
181	1	11	61	13/11/2014	20/11/2014	31374	176.72	177.54	71	7	71	CPC
182	2	11		13/11/2014	27/11/2014	38551	176.72	218.15	87	14	87	CPC
183	3	11		13/11/2014	11/12/2014	44279	176.72	250.56	100	28	100	CPC
184	1	12	62	13/11/2014	20/11/2014	31401	176.72	177.69	71	7	71	CPC
185	2	12		13/11/2014	27/11/2014	38672	176.72	218.83	88	14	87	CPC
186	3	12		13/11/2014	11/12/2014	44268	176.72	250.50	100	28	100	CPC
187	1	12	63	22/10/2014	29/10/2014	31856	179.08	177.89	71	7	71	CPC
188	2	12		22/10/2014	05/11/2014	39005	179.08	217.81	87	14	87	CPC
189	3	12		22/10/2014	19/11/2014	44791	179.08	250.12	100	28	100	CPC
190	1	12	64	16/09/2014	23/09/2014	31793	179.08	177.54	71	7	71	CPC
191	2	12		16/09/2014	30/09/2014	39012	179.08	217.85	87	14	87	CPC
192	3	12		16/09/2014	14/10/2014	44853	179.08	250.46	100	28	100	CPC
193	1	12	65	15/09/2014	22/09/2014	31420	176.72	177.80	71	7	71	CPC
194	2	12		15/09/2014	29/09/2014	38574	176.72	218.28	87	14	87	CPC
195	3	12		15/09/2014	13/10/2014	44269	176.72	250.50	100	28	100	CPC

### V.I.8. Criterios de evaluación de resultados del concreto hidráulico

La estadística es la ciencia cuyo objetivo es reunir una información cuantitativa concerniente a individuos, grupos, series de hechos, etc. y deducir de ello gracias al análisis de estos datos unos significados precisos o unas previsiones para el futuro.

La estadística en general, es la ciencia que trata de la recopilación, organización, presentación, análisis e interpretación de datos numéricos con el fin de realizar una toma de decisión más efectiva.

Los métodos estadísticos tradicionalmente se utilizan para propósitos descriptivos, para organizar y resumir datos numéricos. La estadística descriptiva, por ejemplo trata de la tabulación de datos, su presentación en forma gráfica o ilustrativa y el cálculo de medidas descriptivas.

#### Estadística Descriptiva

Consiste sobre todo en la presentación de datos en forma de tablas y gráficas. Esta comprende cualquier actividad relacionada con los datos y está diseñada para resumir o describir los mismos sin factores pertinentes adicionales; esto es, sin intentar inferir nada que vaya más allá de los datos, como tales.

#### Método Estadístico

El conjunto de los métodos que se utilizan para medir las características de la información, para resumir los valores individuales, y para analizar los datos a fin



de extraerles el máximo de información, es lo que se llama métodos estadísticos. Los métodos de análisis para la información cuantitativa se puede dividir en los siguientes seis pasos:

- 1.- Definición del problema
- 2.- Recopilación de la información existente
- 3.- Obtención de información original
- 4.- Clasificación
- 5.- Presentación
- 6.- Análisis

Todos los datos que se obtienen de ensayos están sujetos a variaciones. Para gran número de datos, existen ciertas medidas que indican la uniformidad del producto que se está ensayando y el cuidado con el que se han hecho los ensayos.

La medida más común de la tendencia central de un conjunto de datos es el **promedio**, y las más comunes del grado de uniformidad son la **desviación estándar** y el **coeficiente de variación**.

Los datos que se presentan en esta tesis son los resultados de los ensayos sometidos a la compresión de un grupo de 195 cilindros de concreto. Los cilindros se ensayaron con propósito de control de calidad y representan la variación real de la resistencia del concreto utilizado en El muro de protección en el Rio de Tuzantla, Michoacán. El concreto del que se extrajeron las muestras fue fabricado para dar una determinada resistencia nominal.

Para poder representar gráficamente los datos obtenidos en el laboratorio se utiliza un histograma. Este se construye llevando a escala en el eje de las ordenadas el número de datos comprendidos en intervalos iguales, los que se indican en el eje de las abscisas.

Los intervalos de clase son un conjunto de grupos o intervalos contiguos, que no se traslapan, tales que cada valor del conjunto de observaciones pueda colocarse en uno, y solo en uno de los intervalos.

Una relación que permite estimar cuantos intervalos se deben tomar es la regla de Sturges:

$$K = 1 + 3.322 \log_{10} n$$



Dónde:

K= Numero de intervalos

n= Numero de valores del conjunto

Cuando no se tiene idea de qué tamaño debe ser la amplitud (W) de intervalo, puede determinarse por la relación:

$$W = R/K$$

Dónde:

K= Numero de intervalos

R= Rango de la muestra

Para un gran número de datos, existen ciertas medidas que indican la uniformidad del producto que se está ensayando y el cuidado con el que se han hecho los ensayos.

**Muestra:** Conjunto de datos (n)

**Promedio** ( $\bar{X}$ ). Suma de valores de toda la muestra sobre el número de elementos que la componen.

**Moda:** Se define como el valor que ocurre más frecuentemente en la muestra.

**Mediana:** Es el elemento central, divide el conjunto en dos partes, delante y detrás de ella hay aproximadamente 50% de los datos.

**Rango:** Es simplemente la diferencia entre el mayor valor y el menor valor de la variable de la muestra.

**Varianza:** Si el conjunto de valores esta por n observaciones  $X_i$ , cuyo promedio es  $\bar{X}$ , podemos mostrar la desviación respecto al promedio de cada observación a la cual se le conoce como el residuo. La desviación cuadrada recibe el nombre de varianza.

$$\text{Si } n \geq 31 \text{ elementos: } \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2 / n$$

$$\text{Si } n \leq \text{elementos: } \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2 / (n-1)$$



**Desviación estándar:** Es a raíz cuadrada de la varianza, siempre es positiva y sus unidades son las mismas que la de la varianza.

$$\text{Si } n \geq 31 \text{ elementos: } \left\{ \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{x})^2 / n \right\}^{1/2}$$

$$\text{Si } n \leq \text{elementos: } \left\{ \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{x})^2 / (n-1) \right\}^{1/2}$$

**Coficiente de variación:** Es la desviación estándar expresada como porcentaje de la media aritmética.

$$C.V. = (S/X) \times 100^{13}$$

Existen diferentes valores de la desviación estándar, dependiendo del control de calidad.

VARIACION GENERAL					
CLASE DE OPERACIÓN	DESVIACION ESTANDAR PARA DIFERENTES ESTANDARES DE CONTROL				
	EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	MALO	POBRE
PRUEBAS GENERALES DE CONSTRUCCION	ABAJO 400 {ABAJO 28.55}	400 A 500 {28.55 A 34.67}	500 A 600 {34.67 A 41.80}	600 A 700 {41.80 A 48.94}	ARRIBA 700 {ARRIBA 48.94}
MEZCLA DE PRUEBA EN EL LABORATORIO	ABAJO 200 {ABAJO 14.28}	200 A 250 {14.28 A 17.33}	250 A 300 {17.33 A 21.41}	300 A 350 {21.41 A 24.47}	ARRIBA 350 {ARRIBA 24.47}

IMAGEN X – RANGOS DE DESVIACION ESTANDAR PARA CONTROL DE CALIDAD – ACI-214

Estándares de control para concreto para un f'c < 356.90 kg/cm<sup>2</sup>

VARIACION DENTRO DE UN GRUPO					
CLASE DE OPERACIÓN	COEFICIENTE DE VARIACION PARA DIFERENTES ESTANDARES DE CONTROL				
	EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	MALO	POBRE
PRUEBAS DE CONTROL DE CAMPO	ABAJO 3.0	3.0 A 4.0	4.0 A 5.0	5.0 A 6.0	ARRIBA 6.0
MEZCLA DE PRUEBA EN EL LABORATORIO	ABAJO 2.0	2.0 A 3.0	3.0 A 4.0	4.0 A 5.0	ARRIBA 5.0

IMAGEN XI – VALORES DE COEFICIENTE DE VARIACION – (ACI-214)



## V.I.9 Resultados Estadísticos

### V.I.9.1. Estadística del concreto a los 7 días

Resistencia de proyecto = 250 kg/cm<sup>2</sup>

Tipo de cemento = CPC

No.	No. Ensaye	Revenim (cm)	Muestra	Fecha de Colado	Fecha de Ruptura	Carga w (kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)	Edad (días)	Resistencia Teorica (%)
1	1	12	1	17/09/2014	24/09/2014	31420	176.72	177.80	71	7	71
4	1	12	2	17/09/2014	24/09/2014	31420	179.08	175.45	70	7	71
7	1	11	3	18/09/2014	25/09/2014	31587	179.08	176.38	71	7	71
10	1	12	4	18/09/2014	25/09/2014	31462	176.72	178.03	71	7	71
13	1	12	5	22/09/2014	29/09/2014	31852	179.08	177.86	71	7	71
16	1	12	6	22/09/2014	29/09/2014	31984	179.08	178.60	71	7	71
19	1	12	7	22/09/2014	29/09/2014	31654	176.72	179.12	72	7	71
22	1	11	8	23/09/2014	30/09/2014	31598	176.72	178.80	72	7	71
25	1	12	9	26/09/2014	03/10/2014	31841	179.08	177.80	71	7	71
28	1	12	10	23/09/2014	30/09/2014	31863	179.08	177.93	71	7	71
31	1	12	11	26/09/2014	03/10/2014	31858	179.08	177.90	71	7	71
34	1	12	12	26/09/2014	03/10/2014	31376	176.72	177.55	71	7	71
37	1	12	13	27/09/2014	04/10/2014	31853	179.08	177.87	71	7	71
40	1	12	14	27/09/2014	04/10/2014	31912	179.08	178.20	71	7	71
43	1	11	15	27/09/2014	04/10/2014	30956	174.37	177.53	71	7	71
46	1	10	16	30/09/2014	07/10/2014	31564	176.72	178.61	71	7	71
49	1	12	17	30/09/2014	07/10/2014	31414	176.72	177.76	71	7	71
52	1	12	18	01/10/2014	08/10/2014	31525	176.72	178.39	71	7	71
55	1	11	19	01/10/2014	08/10/2014	31387	176.72	177.61	71	7	71
58	1	12	20	04/10/2014	11/10/2014	31463	176.72	178.04	71	7	71
61	1	12	21	06/10/2014	13/10/2014	31398	176.72	177.67	71	7	71
64	1	12	22	04/10/2014	11/10/2014	31950	179.08	178.41	71	7	71
67	1	12	23	06/10/2014	13/10/2014	31860	179.08	177.91	71	7	71
70	1	11	24	06/10/2014	13/10/2014	31795	179.08	177.55	71	7	71
73	1	12	25	09/10/2014	16/10/2014	31420	176.72	177.80	71	7	71
76	1	12	26	09/10/2014	16/10/2014	31507	176.72	178.29	71	7	71
79	1	12	27	09/10/2014	16/10/2014	31604	176.72	178.84	72	7	71
82	1	11	28	10/10/2014	17/10/2014	32008	179.08	178.74	71	7	71
85	1	12	29	10/10/2014	17/10/2014	31985	179.08	178.61	71	7	71
88	1	12	30	14/10/2014	21/10/2014	31450	176.72	177.97	71	7	71
91	1	12	31	14/10/2014	21/10/2014	31510	176.72	178.30	71	7	71
94	1	11	32	15/10/2014	22/10/2014	31863	179.08	177.93	71	7	71
97	1	12	33	15/10/2014	22/10/2014	31790	179.08	177.52	71	7	71
100	1	12	34	15/10/2014	22/10/2014	31850	179.08	177.85	71	7	71
103	1	12	35	18/10/2014	25/10/2014	31790	179.08	177.52	71	7	71
106	1	12	36	18/10/2014	25/10/2014	31425	176.72	177.82	71	7	71
109	1	12	37	20/10/2014	27/10/2014	31850	179.08	177.85	71	7	71
112	1	11	38	20/10/2014	27/10/2014	31968	179.08	178.51	71	7	71
115	1	10	39	23/10/2014	30/10/2014	31858	179.08	177.90	71	7	71
118	1	12	40	23/10/2014	30/10/2014	31426	176.72	177.83	71	7	71
121	1	12	41	24/10/2014	31/10/2014	31512	176.72	178.32	71	7	71
124	1	12	42	24/10/2014	31/10/2014	31497	176.72	178.23	71	7	71
127	1	11	43	27/10/2014	03/11/2014	32005	179.08	178.72	71	7	71



130	1	12	44	27/10/2014	03/11/2014	31904	179.08	178.16	71	7	71
133	1	12	45	27/10/2014	03/11/2014	31890	179.08	178.08	71	7	71
136	1	11	46	28/10/2014	04/11/2014	31425	176.72	177.82	71	7	71
139	1	12	47	28/10/2014	04/11/2014	31394	176.72	177.65	71	7	71
142	1	12	48	31/10/2014	07/11/2014	31406	176.72	177.72	71	7	71
145	1	12	49	31/10/2014	07/11/2014	31561	176.72	178.59	71	7	71
148	1	12	50	03/11/2014	10/11/2014	31424	176.72	177.82	71	7	71
151	1	12	51	03/11/2014	10/11/2014	31506	176.72	178.28	71	7	71
154	1	12	52	04/11/2014	11/11/2014	31432	176.72	177.86	71	7	71
157	1	12	53	04/11/2014	11/11/2014	31890	179.08	178.08	71	7	71
160	1	11	54	07/11/2014	14/11/2014	31850	179.08	177.85	71	7	71
163	1	12	55	07/11/2014	14/11/2014	31820	179.08	177.69	71	7	71
166	1	12	56	08/11/2014	15/11/2014	31435	176.72	177.88	71	7	71
169	1	12	57	08/11/2014	15/11/2014	31472	176.72	178.09	71	7	71
172	1	12	58	11/11/2014	18/11/2014	31387	176.72	177.61	71	7	71
175	1	12	59	11/11/2014	18/11/2014	31470	176.72	178.08	71	7	71
178	1	12	60	11/11/2014	18/11/2014	31032	174.37	177.97	71	7	71
181	1	11	61	13/11/2014	20/11/2014	31374	176.72	177.54	71	7	71
184	1	12	62	13/11/2014	20/11/2014	31401	176.72	177.69	71	7	71
187	1	12	63	22/10/2014	29/10/2014	31856	179.08	177.89	71	7	71
190	1	12	64	16/09/2014	23/09/2014	31793	179.08	177.54	71	7	71
193	1	12	65	15/09/2014	22/09/2014	31420	176.72	177.80	71	7	71



## Estadística del concreto a los 7 días por orden cronológico

Resistencia de proyecto = 250 kg/cm<sup>2</sup>

Tipo de cemento = CPC

No.	No. Ensaye	Revenim (cm)	Muestra	Fecha de Colado	Fecha de Ruptura	Carga w (kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)	Edad (días)	Resistencia Teórica (%)
193	1	12	65	15/09/2014	22/09/2014	31420	176.72	177.80	71	7	71
190	1	12	64	16/09/2014	23/09/2014	31793	179.08	177.54	71	7	71
1	1	12	1	17/09/2014	24/09/2014	31420	176.72	177.80	71	7	71
4	1	12	2	17/09/2014	24/09/2014	31420	179.08	175.45	70	7	71
7	1	11	3	18/09/2014	25/09/2014	31587	179.08	176.38	71	7	71
10	1	12	4	18/09/2014	25/09/2014	31462	176.72	178.03	71	7	71
13	1	12	5	22/09/2014	29/09/2014	31852	179.08	177.86	71	7	71
16	1	12	6	22/09/2014	29/09/2014	31984	179.08	178.60	71	7	71
19	1	12	7	22/09/2014	29/09/2014	31654	176.72	179.12	72	7	71
22	1	11	8	23/09/2014	30/09/2014	31598	176.72	178.80	72	7	71
28	1	12	10	23/09/2014	30/09/2014	31863	179.08	177.93	71	7	71
25	1	12	9	26/09/2014	03/10/2014	31841	179.08	177.80	71	7	71
31	1	12	11	26/09/2014	03/10/2014	31858	179.08	177.90	71	7	71
34	1	12	12	26/09/2014	03/10/2014	31376	176.72	177.55	71	7	71
37	1	12	13	27/09/2014	04/10/2014	31853	179.08	177.87	71	7	71
40	1	12	14	27/09/2014	04/10/2014	31912	179.08	178.20	71	7	71
43	1	11	15	27/09/2014	04/10/2014	30956	174.37	177.53	71	7	71
46	1	10	16	30/09/2014	07/10/2014	31564	176.72	178.61	71	7	71
49	1	12	17	30/09/2014	07/10/2014	31414	176.72	177.76	71	7	71
52	1	12	18	01/10/2014	08/10/2014	31525	176.72	178.39	71	7	71
55	1	11	19	01/10/2014	08/10/2014	31387	176.72	177.61	71	7	71
58	1	12	20	04/10/2014	11/10/2014	31463	176.72	178.04	71	7	71
64	1	12	22	04/10/2014	11/10/2014	31950	179.08	178.41	71	7	71
61	1	12	21	06/10/2014	13/10/2014	31398	176.72	177.67	71	7	71
67	1	12	23	06/10/2014	13/10/2014	31860	179.08	177.91	71	7	71
70	1	11	24	06/10/2014	13/10/2014	31795	179.08	177.55	71	7	71
73	1	12	25	09/10/2014	16/10/2014	31420	176.72	177.80	71	7	71
76	1	12	26	09/10/2014	16/10/2014	31507	176.72	178.29	71	7	71
79	1	12	27	09/10/2014	16/10/2014	31604	176.72	178.84	72	7	71
82	1	11	28	10/10/2014	17/10/2014	32008	179.08	178.74	71	7	71
85	1	12	29	10/10/2014	17/10/2014	31985	179.08	178.61	71	7	71
88	1	12	30	14/10/2014	21/10/2014	31450	176.72	177.97	71	7	71
91	1	12	31	14/10/2014	21/10/2014	31510	176.72	178.30	71	7	71
94	1	11	32	15/10/2014	22/10/2014	31863	179.08	177.93	71	7	71
97	1	12	33	15/10/2014	22/10/2014	31790	179.08	177.52	71	7	71
100	1	12	34	15/10/2014	22/10/2014	31850	179.08	177.85	71	7	71
103	1	12	35	18/10/2014	25/10/2014	31790	179.08	177.52	71	7	71
106	1	12	36	18/10/2014	25/10/2014	31425	176.72	177.82	71	7	71
109	1	12	37	20/10/2014	27/10/2014	31850	179.08	177.85	71	7	71
112	1	11	38	20/10/2014	27/10/2014	31968	179.08	178.51	71	7	71
187	1	12	63	22/10/2014	29/10/2014	31856	179.08	177.89	71	7	71
115	1	10	39	23/10/2014	30/10/2014	31858	179.08	177.90	71	7	71
118	1	12	40	23/10/2014	30/10/2014	31426	176.72	177.83	71	7	71
121	1	12	41	24/10/2014	31/10/2014	31512	176.72	178.32	71	7	71
124	1	12	42	24/10/2014	31/10/2014	31497	176.72	178.23	71	7	71
127	1	11	43	27/10/2014	03/11/2014	32005	179.08	178.72	71	7	71
130	1	12	44	27/10/2014	03/11/2014	31904	179.08	178.16	71	7	71
133	1	12	45	27/10/2014	03/11/2014	31890	179.08	178.08	71	7	71
136	1	11	46	28/10/2014	04/11/2014	31425	176.72	177.82	71	7	71
139	1	12	47	28/10/2014	04/11/2014	31394	176.72	177.65	71	7	71
142	1	12	48	31/10/2014	07/11/2014	31406	176.72	177.72	71	7	71
145	1	12	49	31/10/2014	07/11/2014	31561	176.72	178.59	71	7	71
148	1	12	50	03/11/2014	10/11/2014	31424	176.72	177.82	71	7	71



151	1	12	51	03/11/2014	10/11/2014	31506	176.72	178.28	71	7	71
154	1	12	52	04/11/2014	11/11/2014	31432	176.72	177.86	71	7	71
157	1	12	53	04/11/2014	11/11/2014	31890	179.08	178.08	71	7	71
160	1	11	54	07/11/2014	14/11/2014	31850	179.08	177.85	71	7	71
163	1	12	55	07/11/2014	14/11/2014	31820	179.08	177.69	71	7	71
166	1	12	56	08/11/2014	15/11/2014	31435	176.72	177.88	71	7	71
169	1	12	57	08/11/2014	15/11/2014	31472	176.72	178.09	71	7	71
172	1	12	58	11/11/2014	18/11/2014	31387	176.72	177.61	71	7	71
175	1	12	59	11/11/2014	18/11/2014	31470	176.72	178.08	71	7	71
178	1	12	60	11/11/2014	18/11/2014	31032	174.37	177.97	71	7	71
181	1	11	61	13/11/2014	20/11/2014	31374	176.72	177.54	71	7	71
184	1	12	62	13/11/2014	20/11/2014	31401	176.72	177.69	71	7	71

**Estadística del concreto a los 7 días de mayor a menor resistencia**Resistencia de proyecto = 250 kg/cm<sup>2</sup>

Tipo de cemento = CPC

No.	No. Ensaye	Revenim (cm)	Muestra	Fecha de Colado	Fecha de Ruptura	Carga w (kg)	Area (cm2)	F'c (Kg/cm2)	Resistencia (%)	Edad (días)	Resistencia Teorica (%)
19	1	12	7	22/09/2014	29/09/2014	31654	176.72	179.12	72	7	71
79	1	12	27	09/10/2014	16/10/2014	31604	176.72	178.84	72	7	71
22	1	11	8	23/09/2014	30/09/2014	31598	176.72	178.80	72	7	71
82	1	11	28	10/10/2014	17/10/2014	32008	179.08	178.74	71	7	71
127	1	11	43	27/10/2014	03/11/2014	32005	179.08	178.72	71	7	71
46	1	10	16	30/09/2014	07/10/2014	31564	176.72	178.61	71	7	71
85	1	12	29	10/10/2014	17/10/2014	31985	179.08	178.61	71	7	71
16	1	12	6	22/09/2014	29/09/2014	31984	179.08	178.60	71	7	71
145	1	12	49	31/10/2014	07/11/2014	31561	176.72	178.59	71	7	71
112	1	11	38	20/10/2014	27/10/2014	31968	179.08	178.51	71	7	71
64	1	12	22	04/10/2014	11/10/2014	31950	179.08	178.41	71	7	71
52	1	12	18	01/10/2014	08/10/2014	31525	176.72	178.39	71	7	71
121	1	12	41	24/10/2014	31/10/2014	31512	176.72	178.32	71	7	71
91	1	12	31	14/10/2014	21/10/2014	31510	176.72	178.30	71	7	71
76	1	12	26	09/10/2014	16/10/2014	31507	176.72	178.29	71	7	71
151	1	12	51	03/11/2014	10/11/2014	31506	176.72	178.28	71	7	71
124	1	12	42	24/10/2014	31/10/2014	31497	176.72	178.23	71	7	71
40	1	12	14	27/09/2014	04/10/2014	31912	179.08	178.20	71	7	71
130	1	12	44	27/10/2014	03/11/2014	31904	179.08	178.16	71	7	71
169	1	12	57	08/11/2014	15/11/2014	31472	176.72	178.09	71	7	71
175	1	12	59	11/11/2014	18/11/2014	31470	176.72	178.08	71	7	71
133	1	12	45	27/10/2014	03/11/2014	31890	179.08	178.08	71	7	71
157	1	12	53	04/11/2014	11/11/2014	31890	179.08	178.08	71	7	71
58	1	12	20	04/10/2014	11/10/2014	31463	176.72	178.04	71	7	71
10	1	12	4	18/09/2014	25/09/2014	31462	176.72	178.03	71	7	71
178	1	12	60	11/11/2014	18/11/2014	31032	174.37	177.97	71	7	71
88	1	12	30	14/10/2014	21/10/2014	31450	176.72	177.97	71	7	71
28	1	12	10	23/09/2014	30/09/2014	31863	179.08	177.93	71	7	71
94	1	11	32	15/10/2014	22/10/2014	31863	179.08	177.93	71	7	71
67	1	12	23	06/10/2014	13/10/2014	31860	179.08	177.91	71	7	71
31	1	12	11	26/09/2014	03/10/2014	31858	179.08	177.90	71	7	71
115	1	10	39	23/10/2014	30/10/2014	31858	179.08	177.90	71	7	71
187	1	12	63	22/10/2014	29/10/2014	31856	179.08	177.89	71	7	71
166	1	12	56	08/11/2014	15/11/2014	31435	176.72	177.88	71	7	71
37	1	12	13	27/09/2014	04/10/2014	31853	179.08	177.87	71	7	71
13	1	12	5	22/09/2014	29/09/2014	31852	179.08	177.86	71	7	71
154	1	12	52	04/11/2014	11/11/2014	31432	176.72	177.86	71	7	71
100	1	12	34	15/10/2014	22/10/2014	31850	179.08	177.85	71	7	71
109	1	12	37	20/10/2014	27/10/2014	31850	179.08	177.85	71	7	71
160	1	11	54	07/11/2014	14/11/2014	31850	179.08	177.85	71	7	71
118	1	12	40	23/10/2014	30/10/2014	31426	176.72	177.83	71	7	71
106	1	12	36	18/10/2014	25/10/2014	31425	176.72	177.82	71	7	71
136	1	11	46	28/10/2014	04/11/2014	31425	176.72	177.82	71	7	71
148	1	12	50	03/11/2014	10/11/2014	31424	176.72	177.82	71	7	71
25	1	12	9	26/09/2014	03/10/2014	31841	179.08	177.80	71	7	71
1	1	12	1	17/09/2014	24/09/2014	31420	176.72	177.80	71	7	71
73	1	12	25	09/10/2014	16/10/2014	31420	176.72	177.80	71	7	71
193	1	12	65	15/09/2014	22/09/2014	31420	176.72	177.80	71	7	71
49	1	12	17	30/09/2014	07/10/2014	31414	176.72	177.76	71	7	71
142	1	12	48	31/10/2014	07/11/2014	31406	176.72	177.72	71	7	71
184	1	12	62	13/11/2014	20/11/2014	31401	176.72	177.69	71	7	71
163	1	12	55	07/11/2014	14/11/2014	31820	179.08	177.69	71	7	71



## CONTROL DE CALIDAD

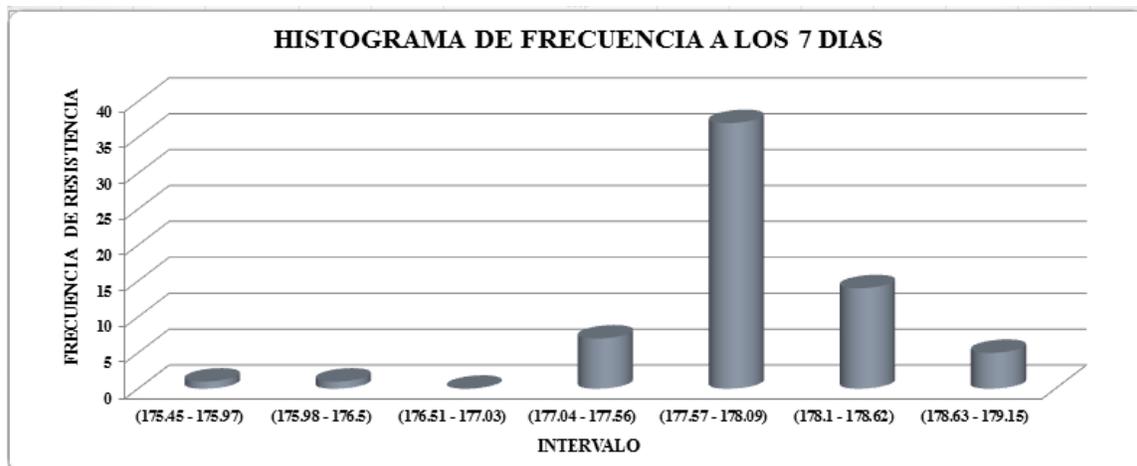


61	1	12	21	06/10/2014	13/10/2014	31398	176.72	177.67	71	7	71
139	1	12	47	28/10/2014	04/11/2014	31394	176.72	177.65	71	7	71
55	1	11	19	01/10/2014	08/10/2014	31387	176.72	177.61	71	7	71
172	1	12	58	11/11/2014	18/11/2014	31387	176.72	177.61	71	7	71
34	1	12	12	26/09/2014	03/10/2014	31376	176.72	177.55	71	7	71
70	1	11	24	06/10/2014	13/10/2014	31795	179.08	177.55	71	7	71
190	1	12	64	16/09/2014	23/09/2014	31793	179.08	177.54	71	7	71
181	1	11	61	13/11/2014	20/11/2014	31374	176.72	177.54	71	7	71
43	1	11	15	27/09/2014	04/10/2014	30956	174.37	177.53	71	7	71
97	1	12	33	15/10/2014	22/10/2014	31790	179.08	177.52	71	7	71
103	1	12	35	18/10/2014	25/10/2014	31790	179.08	177.52	71	7	71
7	1	11	3	18/09/2014	25/09/2014	31587	179.08	176.38	71	7	71
4	1	12	2	17/09/2014	24/09/2014	31420	179.08	175.45	70	7	71



### Análisis estadístico del concreto a los 7 días

- 1.- Muestra (n) = 65
- 2.- Rango = 3.67 kg/cm<sup>2</sup>
- 3.- Numero de intervalos (P) = 7
- 4.- Amplitud de intervalos = 0.52 kg/cm<sup>2</sup>      Se ajusta a = 0.5 kg/cm<sup>2</sup>
- 5.- Moda = 178.08 kg/cm<sup>2</sup>
- 6.- Promedio = 177.95 kg/cm<sup>2</sup>
- 7.- Mediana = 177.89 kg/cm<sup>2</sup>
- 8.- Varianza = 0.28 kg/cm<sup>2</sup>
- 9.- Desviación estándar = 0.53 kg/cm<sup>2</sup>
- 10.- Coeficiente de variación (C.V.) = 0.003 %



**V.I.9.2. Estadística del concreto a los 14 días**Resistencia de proyecto = 250 kg/cm<sup>2</sup>

Tipo de cemento = CPC

No.	No. Ensaye	Revenim (cm)	Muestra	Fecha de Colado	Fecha de Ruptura	Carga w (kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)	Edad (días)	Resistencia Teórica (%)
2	2	12	1	17/09/2014	01/10/2014	38560	176.72	218.20	87	14	87
5	2	12	2	17/09/2014	01/10/2014	38980	179.08	217.67	87	14	87
8	2	11	3	18/09/2014	02/10/2014	39050	179.08	218.06	87	14	87
11	2	12	4	18/09/2014	02/10/2014	38547	176.72	218.12	87	14	87
14	2	12	5	22/09/2014	06/10/2014	38963	179.08	217.57	87	14	87
17	2	12	6	22/09/2014	06/10/2014	39052	179.08	218.07	87	14	87
20	2	12	7	22/09/2014	06/10/2014	38570	176.72	218.25	87	14	87
23	2	11	8	23/09/2014	07/10/2014	38480	176.72	217.75	87	14	87
26	2	12	9	26/09/2014	10/10/2014	39025	179.08	217.92	87	14	87
29	2	12	10	23/09/2014	07/10/2014	39114	179.08	218.42	87	14	87
32	2	12	11	26/09/2014	10/10/2014	39160	179.08	218.67	87	14	87
35	2	12	12	26/09/2014	10/10/2014	38590	176.72	218.37	87	14	87
38	2	12	13	27/09/2014	11/10/2014	38970	179.08	217.61	87	14	87
41	2	12	14	27/09/2014	11/10/2014	39008	179.08	217.82	87	14	87
44	2	11	15	27/09/2014	11/10/2014	38170	174.37	218.90	88	14	87
47	2	10	16	30/09/2014	14/10/2014	38834	176.72	219.75	88	14	87
50	2	12	17	30/09/2014	14/10/2014	38690	176.72	218.93	88	14	87
53	2	12	18	01/10/2014	15/10/2014	38710	176.72	219.05	88	14	87
56	2	11	19	01/10/2014	15/10/2014	38596	176.72	218.40	87	14	87
59	2	12	20	04/10/2014	18/10/2014	38641	176.72	218.66	87	14	87
62	2	12	21	06/10/2014	20/10/2014	38471	176.72	217.69	87	14	87
65	2	12	22	04/10/2014	18/10/2014	38982	179.08	217.68	87	14	87
68	2	12	23	06/10/2014	20/10/2014	39021	179.08	217.90	87	14	87
71	2	11	24	06/10/2014	20/10/2014	39111	179.08	218.40	87	14	87
74	2	12	25	09/10/2014	23/10/2014	38647	176.72	218.69	87	14	87
77	2	12	26	09/10/2014	23/10/2014	38552	176.72	218.15	87	14	87
80	2	12	27	09/10/2014	23/10/2014	38462	176.72	217.64	87	14	87
83	2	11	28	10/10/2014	24/10/2014	38965	179.08	217.58	87	14	87
86	2	12	29	10/10/2014	24/10/2014	39018	179.08	217.88	87	14	87
89	2	12	30	14/10/2014	28/10/2014	38674	176.72	218.84	88	14	87
92	2	12	31	14/10/2014	28/10/2014	38590	176.72	218.37	87	14	87
95	2	11	32	15/10/2014	29/10/2014	39121	179.08	218.46	87	14	87
98	2	12	33	15/10/2014	29/10/2014	38995	179.08	217.75	87	14	87
101	2	12	34	15/10/2014	29/10/2014	39008	179.08	217.82	87	14	87
104	2	12	35	18/10/2014	01/11/2014	39100	179.08	218.34	87	14	87
107	2	12	36	18/10/2014	01/11/2014	38651	176.72	218.71	87	14	87
110	2	12	37	20/10/2014	03/11/2014	38964	179.08	217.58	87	14	87



113	2	11	38	20/10/2014	03/11/2014	39002	179.08	217.79	87	14	87
116	2	10	39	23/10/2014	06/11/2014	38995	179.08	217.75	87	14	87
119	2	12	40	23/10/2014	06/11/2014	38567	176.72	218.24	87	14	87
122	2	12	41	24/10/2014	07/11/2014	38496	176.72	217.84	87	14	87
125	2	12	42	24/10/2014	07/11/2014	38456	176.72	217.61	87	14	87
128	2	11	43	27/10/2014	10/11/2014	38961	179.08	217.56	87	14	87
131	2	12	44	27/10/2014	10/11/2014	38973	179.08	217.63	87	14	87
134	2	12	45	27/10/2014	10/11/2014	39058	179.08	218.10	87	14	87
137	2	11	46	28/10/2014	11/11/2014	38456	176.72	217.61	87	14	87
140	2	12	47	28/10/2014	11/11/2014	38491	176.72	217.81	87	14	87
143	2	12	48	31/10/2014	14/11/2014	38510	176.72	217.92	87	14	87
146	2	12	49	31/10/2014	14/11/2014	38490	176.72	217.80	87	14	87
149	2	12	50	03/11/2014	17/11/2014	38452	176.72	217.59	87	14	87
152	2	12	51	03/11/2014	17/11/2014	38612	176.72	218.49	87	14	87
155	2	12	52	04/11/2014	18/11/2014	38496	176.72	217.84	87	14	87
158	2	12	53	04/11/2014	18/11/2014	38957	179.08	217.54	87	14	87
161	2	11	54	07/11/2014	21/11/2014	38985	179.08	217.70	87	14	87
164	2	12	55	07/11/2014	21/11/2014	38996	179.08	217.76	87	14	87
167	2	12	56	08/11/2014	22/11/2014	38532	176.72	218.04	87	14	87
170	2	12	57	08/11/2014	22/11/2014	38495	176.72	217.83	87	14	87
173	2	12	58	11/11/2014	25/11/2014	38526	176.72	218.01	87	14	87
176	2	12	59	11/11/2014	25/11/2014	38514	176.72	217.94	87	14	87
179	2	12	60	11/11/2014	25/11/2014	38045	174.37	218.19	87	14	87
182	2	11	61	13/11/2014	27/11/2014	38551	176.72	218.15	87	14	87
185	2	12	62	13/11/2014	27/11/2014	38672	176.72	218.83	88	14	87
188	2	12	63	22/10/2014	05/11/2014	39005	179.08	217.81	87	14	87
191	2	12	64	16/09/2014	30/09/2014	39012	179.08	217.85	87	14	87
194	2	12	65	15/09/2014	29/09/2014	38574	176.72	218.28	87	14	87

**Estadística del concreto a los 14 días por orden cronológico**Resistencia de proyecto = 250 kg/cm<sup>2</sup>

Tipo de cemento = CPC

No.	No. Ensaye	Revenim (cm)	Muestra	Fecha de Colado	Fecha de Ruptura	Carga w (kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)	Edad (días)	Resistencia Teórica (%)
194	2	12	65	15/09/2014	29/09/2014	38574	176.72	218.28	87	14	87
191	2	12	64	16/09/2014	30/09/2014	39012	179.08	217.85	87	14	87
2	2	12	1	17/09/2014	01/10/2014	38560	176.72	218.20	87	14	87
5	2	12	2	17/09/2014	01/10/2014	38980	179.08	217.67	87	14	87
8	2	11	3	18/09/2014	02/10/2014	39050	179.08	218.06	87	14	87
11	2	12	4	18/09/2014	02/10/2014	38547	176.72	218.12	87	14	87
14	2	12	5	22/09/2014	06/10/2014	38963	179.08	217.57	87	14	87
17	2	12	6	22/09/2014	06/10/2014	39052	179.08	218.07	87	14	87
20	2	12	7	22/09/2014	06/10/2014	38570	176.72	218.25	87	14	87
23	2	11	8	23/09/2014	07/10/2014	38480	176.72	217.75	87	14	87
29	2	12	10	23/09/2014	07/10/2014	39114	179.08	218.42	87	14	87
26	2	12	9	26/09/2014	10/10/2014	39025	179.08	217.92	87	14	87
32	2	12	11	26/09/2014	10/10/2014	39160	179.08	218.67	87	14	87
35	2	12	12	26/09/2014	10/10/2014	38590	176.72	218.37	87	14	87
38	2	12	13	27/09/2014	11/10/2014	38970	179.08	217.61	88	14	87
41	2	12	14	27/09/2014	11/10/2014	39008	179.08	217.82	88	14	87
44	2	11	15	27/09/2014	11/10/2014	38170	174.37	218.90	88	14	87
47	2	10	16	30/09/2014	14/10/2014	38834	176.72	219.75	88	14	87
50	2	12	17	30/09/2014	14/10/2014	38690	176.72	218.93	87	14	87
53	2	12	18	01/10/2014	15/10/2014	38710	176.72	219.05	87	14	87
56	2	11	19	01/10/2014	15/10/2014	38596	176.72	218.40	87	14	87
59	2	12	20	04/10/2014	18/10/2014	38641	176.72	218.66	87	14	87
65	2	12	22	04/10/2014	18/10/2014	38982	179.08	217.68	87	14	87
62	2	12	21	06/10/2014	20/10/2014	38471	176.72	217.69	87	14	87
68	2	12	23	06/10/2014	20/10/2014	39021	179.08	217.90	87	14	87
71	2	11	24	06/10/2014	20/10/2014	39111	179.08	218.40	87	14	87
74	2	12	25	09/10/2014	23/10/2014	38647	176.72	218.69	87	14	87
77	2	12	26	09/10/2014	23/10/2014	38552	176.72	218.15	87	14	87
80	2	12	27	09/10/2014	23/10/2014	38462	176.72	217.64	87	14	87
83	2	11	28	10/10/2014	24/10/2014	38965	179.08	217.58	88	14	87
86	2	12	29	10/10/2014	24/10/2014	39018	179.08	217.88	87	14	87
89	2	12	30	14/10/2014	28/10/2014	38674	176.72	218.84	87	14	87
92	2	12	31	14/10/2014	28/10/2014	38590	176.72	218.37	87	14	87
95	2	11	32	15/10/2014	29/10/2014	39121	179.08	218.46	87	14	87
98	2	12	33	15/10/2014	29/10/2014	38995	179.08	217.75	87	14	87
101	2	12	34	15/10/2014	29/10/2014	39008	179.08	217.82	87	14	87
104	2	12	35	18/10/2014	01/11/2014	39100	179.08	218.34	87	14	87
107	2	12	36	18/10/2014	01/11/2014	38651	176.72	218.71	87	14	87



# CONTROL DE CALIDAD



110	2	12	37	20/10/2014	03/11/2014	38964	179.08	217.58	87	14	87
113	2	11	38	20/10/2014	03/11/2014	39002	179.08	217.79	87	14	87
188	2	12	63	22/10/2014	05/11/2014	39005	179.08	217.81	87	14	87
116	2	10	39	23/10/2014	06/11/2014	38995	179.08	217.75	87	14	87
119	2	12	40	23/10/2014	06/11/2014	38567	176.72	218.24	87	14	87
122	2	12	41	24/10/2014	07/11/2014	38496	176.72	217.84	87	14	87
125	2	12	42	24/10/2014	07/11/2014	38456	176.72	217.61	87	14	87
128	2	11	43	27/10/2014	10/11/2014	38961	179.08	217.56	87	14	87
131	2	12	44	27/10/2014	10/11/2014	38973	179.08	217.63	87	14	87
134	2	12	45	27/10/2014	10/11/2014	39058	179.08	218.10	87	14	87
137	2	11	46	28/10/2014	11/11/2014	38456	176.72	217.61	87	14	87
140	2	12	47	28/10/2014	11/11/2014	38491	176.72	217.81	87	14	87
143	2	12	48	31/10/2014	14/11/2014	38510	176.72	217.92	87	14	87
146	2	12	49	31/10/2014	14/11/2014	38490	176.72	217.80	87	14	87
149	2	12	50	03/11/2014	17/11/2014	38452	176.72	217.59	87	14	87
152	2	12	51	03/11/2014	17/11/2014	38612	176.72	218.49	87	14	87
155	2	12	52	04/11/2014	18/11/2014	38496	176.72	217.84	87	14	87
158	2	12	53	04/11/2014	18/11/2014	38957	179.08	217.54	87	14	87
161	2	11	54	07/11/2014	21/11/2014	38985	179.08	217.70	87	14	87
164	2	12	55	07/11/2014	21/11/2014	38996	179.08	217.76	87	14	87
167	2	12	56	08/11/2014	22/11/2014	38532	176.72	218.04	87	14	87
170	2	12	57	08/11/2014	22/11/2014	38495	176.72	217.83	87	14	87
173	2	12	58	11/11/2014	25/11/2014	38526	176.72	218.01	87	14	87
176	2	12	59	11/11/2014	25/11/2014	38514	176.72	217.94	88	14	87
179	2	12	60	11/11/2014	25/11/2014	38045	174.37	218.19	87	14	87
182	2	11	61	13/11/2014	27/11/2014	38551	176.72	218.15	87	14	87
185	2	12	62	13/11/2014	27/11/2014	38672	176.72	218.83	87	14	87

**Estadística del concreto a los 14 días de mayor a menor resistencia**Resistencia de proyecto = 250 kg/cm<sup>2</sup>

Tipo de cemento = CPC

No.	No. Ensaye	Revenim (cm)	Muestra	Fecha de Colado	Fecha de Ruptura	Carga w (kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)	Edad (días)	Resistencia Teorica (%)
47	2	10	16	30/09/2014	14/10/2014	38834	176.72	219.75	87	14	87
53	2	12	18	01/10/2014	15/10/2014	38710	176.72	219.05	87	14	87
50	2	12	17	30/09/2014	14/10/2014	38690	176.72	218.93	87	14	87
44	2	11	15	27/09/2014	11/10/2014	38170	174.37	218.90	87	14	87
89	2	12	30	14/10/2014	28/10/2014	38674	176.72	218.84	87	14	87
185	2	12	62	13/11/2014	27/11/2014	38672	176.72	218.83	87	14	87
107	2	12	36	18/10/2014	01/11/2014	38651	176.72	218.71	87	14	87
74	2	12	25	09/10/2014	23/10/2014	38647	176.72	218.69	87	14	87
32	2	12	11	26/09/2014	10/10/2014	39160	179.08	218.67	87	14	87
59	2	12	20	04/10/2014	18/10/2014	38641	176.72	218.66	87	14	87
152	2	12	51	03/11/2014	17/11/2014	38612	176.72	218.49	87	14	87
95	2	11	32	15/10/2014	29/10/2014	39121	179.08	218.46	87	14	87
29	2	12	10	23/09/2014	07/10/2014	39114	179.08	218.42	87	14	87
56	2	11	19	01/10/2014	15/10/2014	38596	176.72	218.40	87	14	87
71	2	11	24	06/10/2014	20/10/2014	39111	179.08	218.40	88	14	87
35	2	12	12	26/09/2014	10/10/2014	38590	176.72	218.37	88	14	87
92	2	12	31	14/10/2014	28/10/2014	38590	176.72	218.37	88	14	87
104	2	12	35	18/10/2014	01/11/2014	39100	179.08	218.34	88	14	87
194	2	12	65	15/09/2014	29/09/2014	38574	176.72	218.28	87	14	87
20	2	12	7	22/09/2014	06/10/2014	38570	176.72	218.25	87	14	87
119	2	12	40	23/10/2014	06/11/2014	38567	176.72	218.24	87	14	87
2	2	12	1	17/09/2014	01/10/2014	38560	176.72	218.20	87	14	87
179	2	12	60	11/11/2014	25/11/2014	38045	174.37	218.19	87	14	87
77	2	12	26	09/10/2014	23/10/2014	38552	176.72	218.15	87	14	87
182	2	11	61	13/11/2014	27/11/2014	38551	176.72	218.15	87	14	87
11	2	12	4	18/09/2014	02/10/2014	38547	176.72	218.12	87	14	87
134	2	12	45	27/10/2014	10/11/2014	39058	179.08	218.10	87	14	87
17	2	12	6	22/09/2014	06/10/2014	39052	179.08	218.07	87	14	87
8	2	11	3	18/09/2014	02/10/2014	39050	179.08	218.06	87	14	87
167	2	12	56	08/11/2014	22/11/2014	38532	176.72	218.04	88	14	87
173	2	12	58	11/11/2014	25/11/2014	38526	176.72	218.01	87	14	87
176	2	12	59	11/11/2014	25/11/2014	38514	176.72	217.94	87	14	87
26	2	12	9	26/09/2014	10/10/2014	39025	179.08	217.92	87	14	87
143	2	12	48	31/10/2014	14/11/2014	38510	176.72	217.92	87	14	87
68	2	12	23	06/10/2014	20/10/2014	39021	179.08	217.90	87	14	87
86	2	12	29	10/10/2014	24/10/2014	39018	179.08	217.88	87	14	87
191	2	12	64	16/09/2014	30/09/2014	39012	179.08	217.85	87	14	87



## CONTROL DE CALIDAD

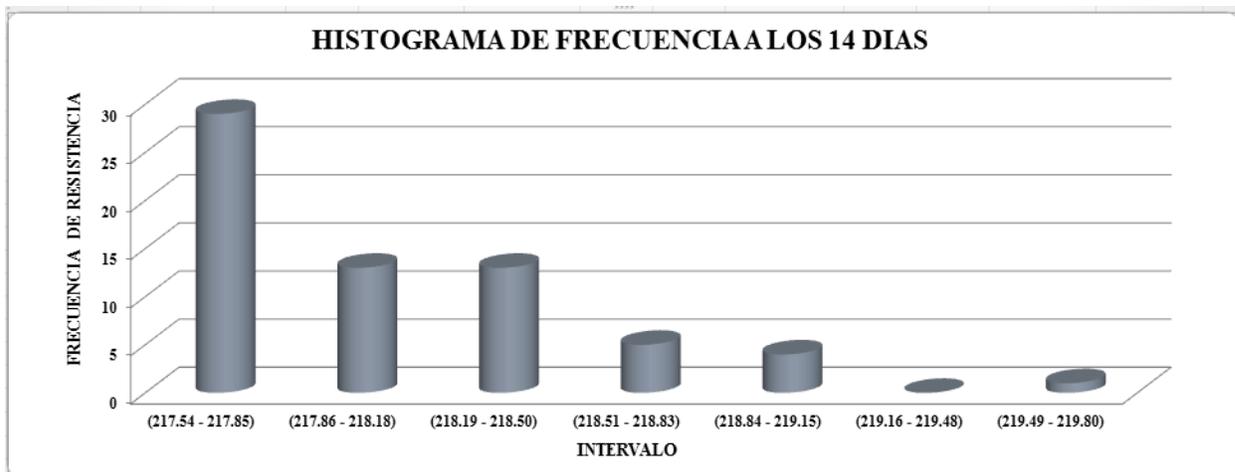


122	2	12	41	24/10/2014	07/11/2014	38496	176.72	217.84	87	14	87
155	2	12	52	04/11/2014	18/11/2014	38496	176.72	217.84	87	14	87
170	2	12	57	08/11/2014	22/11/2014	38495	176.72	217.83	87	14	87
41	2	12	14	27/09/2014	11/10/2014	39008	179.08	217.82	87	14	87
101	2	12	34	15/10/2014	29/10/2014	39008	179.08	217.82	87	14	87
140	2	12	47	28/10/2014	11/11/2014	38491	176.72	217.81	87	14	87
188	2	12	63	22/10/2014	05/11/2014	39005	179.08	217.81	87	14	87
146	2	12	49	31/10/2014	14/11/2014	38490	176.72	217.80	87	14	87
113	2	11	38	20/10/2014	03/11/2014	39002	179.08	217.79	87	14	87
164	2	12	55	07/11/2014	21/11/2014	38996	179.08	217.76	87	14	87
98	2	12	33	15/10/2014	29/10/2014	38995	179.08	217.75	87	14	87
116	2	10	39	23/10/2014	06/11/2014	38995	179.08	217.75	87	14	87
23	2	11	8	23/09/2014	07/10/2014	38480	176.72	217.75	87	14	87
161	2	11	54	07/11/2014	21/11/2014	38985	179.08	217.70	87	14	87
62	2	12	21	06/10/2014	20/10/2014	38471	176.72	217.69	87	14	87
65	2	12	22	04/10/2014	18/10/2014	38982	179.08	217.68	87	14	87
5	2	12	2	17/09/2014	01/10/2014	38980	179.08	217.67	87	14	87
80	2	12	27	09/10/2014	23/10/2014	38462	176.72	217.64	87	14	87
131	2	12	44	27/10/2014	10/11/2014	38973	179.08	217.63	87	14	87
38	2	12	13	27/09/2014	11/10/2014	38970	179.08	217.61	87	14	87
125	2	12	42	24/10/2014	07/11/2014	38456	176.72	217.61	87	14	87
137	2	11	46	28/10/2014	11/11/2014	38456	176.72	217.61	87	14	87
149	2	12	50	03/11/2014	17/11/2014	38452	176.72	217.59	87	14	87
83	2	11	28	10/10/2014	24/10/2014	38965	179.08	217.58	87	14	87
110	2	12	37	20/10/2014	03/11/2014	38964	179.08	217.58	88	14	87
14	2	12	5	22/09/2014	06/10/2014	38963	179.08	217.57	87	14	87
128	2	11	43	27/10/2014	10/11/2014	38961	179.08	217.56	87	14	87
158	2	12	53	04/11/2014	18/11/2014	38957	179.08	217.54	87	14	87



### Análisis estadístico del concreto a los 14 días de edad

- 1.- Muestra (n) = 65
- 2.- Rango = 2.209 kg/cm<sup>2</sup>
- 3.- Numero de intervalos (P) = 7
- 4.- Amplitud de intervalos = 0.315 kg/cm<sup>2</sup>      Se ajusta a = 0.3 kg/cm<sup>2</sup>
- 5.- Moda = 217.61 kg/cm<sup>2</sup>
- 6.- Promedio = 218.08 kg/cm<sup>2</sup>
- 7.- Mediana = 217.92 kg/cm<sup>2</sup>
- 8.- Varianza = 0.203 kg/cm<sup>2</sup>
- 9.- Desviación estándar = 0.45 kg/cm<sup>2</sup>
- 10.- Coeficiente de variación (C.V.) = 0.002 %



**V.I.9.3. Estadística del concreto a los 28 días**Resistencia de proyecto = 250 kg/cm<sup>2</sup>

Tipo de cemento = CPC

No.	No. Ensaye	Revenim (cm)	Muestra	Fecha de Colado	Fecha de Ruptura	Carga w (kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)	Edad (días)	Resistencia Teorica (%)
3	3	12	1	17/09/2014	15/10/2014	44240	176.72	250.34	100	28	100
6	3	12	2	17/09/2014	15/10/2014	44860	179.08	250.50	100	28	100
9	3	11	3	18/09/2014	16/10/2014	45010	179.08	251.34	101	28	100
12	3	12	4	18/09/2014	16/10/2014	44252	176.72	250.41	100	28	100
15	3	12	5	22/09/2014	20/10/2014	44812	179.08	250.23	100	28	100
18	3	12	6	22/09/2014	20/10/2014	44871	179.08	250.56	100	28	100
21	3	12	7	22/09/2014	20/10/2014	44250	176.72	250.40	100	28	100
24	3	11	8	23/09/2014	21/10/2014	44300	176.72	250.68	100	28	100
27	3	12	9	26/09/2014	24/10/2014	44860	179.08	250.50	100	28	100
30	3	12	10	23/09/2014	21/10/2014	44975	179.08	251.14	100	28	100
33	3	12	11	26/09/2014	24/10/2014	44892	179.08	250.68	100	28	100
36	3	12	12	26/09/2014	24/10/2014	44360	176.72	251.02	100	28	100
39	3	12	13	27/09/2014	25/10/2014	44920	179.08	250.84	100	28	100
42	3	12	14	27/09/2014	25/10/2014	44865	179.08	250.53	100	28	100
45	3	11	15	27/09/2014	25/10/2014	43820	174.37	251.30	101	28	100
48	3	10	16	30/09/2014	28/10/2014	44426	176.72	251.39	101	28	100
51	3	12	17	30/09/2014	28/10/2014	44280	176.72	250.57	100	28	100
54	3	12	18	01/10/2014	29/10/2014	44198	176.72	250.10	100	28	100
57	3	11	19	01/10/2014	29/10/2014	44310	176.72	250.74	100	28	100
60	3	12	20	04/10/2014	01/11/2014	44230	176.72	250.28	100	28	100
63	3	12	21	06/10/2014	03/11/2014	44290	176.72	250.62	100	28	100
66	3	12	22	04/10/2014	01/11/2014	44850	179.08	250.45	100	28	100
69	3	12	23	06/10/2014	03/11/2014	44930	179.08	250.89	100	28	100
72	3	11	24	06/10/2014	03/11/2014	45001	179.08	251.29	101	28	100
75	3	12	25	09/10/2014	06/11/2014	44269	176.72	250.50	100	28	100
78	3	12	26	09/10/2014	06/11/2014	44325	176.72	250.82	100	28	100
81	3	12	27	09/10/2014	06/11/2014	44260	176.72	250.45	100	28	100
84	3	11	28	10/10/2014	07/11/2014	44880	179.08	250.61	100	28	100
87	3	12	29	10/10/2014	07/11/2014	44796	179.08	250.15	100	28	100
90	3	12	30	14/10/2014	11/11/2014	44325	176.72	250.82	100	28	100
93	3	12	31	14/10/2014	11/11/2014	44291	176.72	250.63	100	28	100
96	3	11	32	15/10/2014	12/11/2014	44885	179.08	250.64	100	28	100
99	3	12	33	15/10/2014	12/11/2014	44790	179.08	250.11	100	28	100
102	3	12	34	15/10/2014	12/11/2014	44856	179.08	250.48	100	28	100
105	3	12	35	18/10/2014	15/11/2014	44870	179.08	250.56	100	28	100
108	3	12	36	18/10/2014	15/11/2014	44269	176.72	250.50	100	28	100
111	3	12	37	20/10/2014	17/11/2014	44857	179.08	250.49	100	28	100
114	3	11	38	20/10/2014	17/11/2014	44769	179.08	249.99	100	28	100



# CONTROL DE CALIDAD



117	3	10	39	23/10/2014	20/11/2014	44859	179.08	250.50	100	28	100
120	3	12	40	23/10/2014	20/11/2014	44202	176.72	250.12	100	28	100
123	3	12	41	24/10/2014	21/11/2014	44235	176.72	250.31	100	28	100
126	3	12	42	24/10/2014	21/11/2014	44278	176.72	250.55	100	28	100
129	3	11	43	27/10/2014	24/11/2014	44788	179.08	250.10	100	28	100
132	3	12	44	27/10/2014	24/11/2014	44892	179.08	250.68	100	28	100
135	3	12	45	27/10/2014	24/11/2014	44816	179.08	250.26	100	28	100
138	3	11	46	28/10/2014	25/11/2014	44225	176.72	250.25	100	28	100
141	3	12	47	28/10/2014	25/11/2014	44305	176.72	250.71	100	28	100
144	3	12	48	31/10/2014	28/11/2014	44269	176.72	250.50	100	28	100
147	3	12	49	31/10/2014	28/11/2014	44206	176.72	250.15	100	28	100
150	3	12	50	03/11/2014	01/12/2014	44265	176.72	250.48	100	28	100
153	3	12	51	03/11/2014	01/12/2014	44198	176.72	250.10	100	28	100
156	3	12	52	04/11/2014	02/12/2014	44208	176.72	250.16	100	28	100
159	3	12	53	04/11/2014	02/12/2014	44853	179.08	250.46	100	28	100
162	3	11	54	07/11/2014	05/12/2014	44798	179.08	250.16	100	28	100
165	3	12	55	07/11/2014	05/12/2014	44876	179.08	250.59	100	28	100
168	3	12	56	08/11/2014	06/12/2014	44260	176.72	250.45	100	28	100
171	3	12	57	08/11/2014	06/12/2014	44208	176.72	250.16	100	28	100
174	3	12	58	11/11/2014	09/12/2014	44258	176.72	250.44	100	28	100
177	3	12	59	11/11/2014	09/12/2014	44216	176.72	250.20	100	28	100
180	3	12	60	11/11/2014	09/12/2014	43664	174.37	250.41	100	28	100
183	3	11	61	13/11/2014	11/12/2014	44279	176.72	250.56	100	28	100
186	3	12	62	13/11/2014	11/12/2014	44268	176.72	250.50	100	28	100
189	3	12	63	22/10/2014	19/11/2014	44791	179.08	250.12	100	28	100
192	3	12	64	16/09/2014	14/10/2014	44853	179.08	250.46	100	28	100
195	3	12	65	15/09/2014	13/10/2014	44269	176.72	250.50	100	28	100

**Estadística del concreto a los 28 días por orden cronológico**Resistencia de proyecto = 250 kg/cm<sup>2</sup>

Tipo de cemento = CPC

No.	No. Ensaye	Revenim (cm)	Muestra	Fecha de Colado	Fecha de Ruptura	Carga w (kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)	Edad (días)	Resistencia Teorica (%)
195	3	12	65	15/09/2014	13/10/2014	44269	176.72	250.50	100	28	100
192	3	12	64	16/09/2014	14/10/2014	44853	179.08	250.46	100	28	100
3	3	12	1	17/09/2014	15/10/2014	44240	176.72	250.34	101	28	100
6	3	12	2	17/09/2014	15/10/2014	44860	179.08	250.50	100	28	100
9	3	11	3	18/09/2014	16/10/2014	45010	179.08	251.34	100	28	100
12	3	12	4	18/09/2014	16/10/2014	44252	176.72	250.41	100	28	100
15	3	12	5	22/09/2014	20/10/2014	44812	179.08	250.23	100	28	100
18	3	12	6	22/09/2014	20/10/2014	44871	179.08	250.56	100	28	100
21	3	12	7	22/09/2014	20/10/2014	44250	176.72	250.40	100	28	100
24	3	11	8	23/09/2014	21/10/2014	44300	176.72	250.68	100	28	100
30	3	12	10	23/09/2014	21/10/2014	44975	179.08	251.14	100	28	100
27	3	12	9	26/09/2014	24/10/2014	44860	179.08	250.50	100	28	100
33	3	12	11	26/09/2014	24/10/2014	44892	179.08	250.68	100	28	100
36	3	12	12	26/09/2014	24/10/2014	44360	176.72	251.02	100	28	100
39	3	12	13	27/09/2014	25/10/2014	44920	179.08	250.84	101	28	100
42	3	12	14	27/09/2014	25/10/2014	44865	179.08	250.53	101	28	100
45	3	11	15	27/09/2014	25/10/2014	43820	174.37	251.30	100	28	100
48	3	10	16	30/09/2014	28/10/2014	44426	176.72	251.39	100	28	100
51	3	12	17	30/09/2014	28/10/2014	44280	176.72	250.57	100	28	100
54	3	12	18	01/10/2014	29/10/2014	44198	176.72	250.10	100	28	100
57	3	11	19	01/10/2014	29/10/2014	44310	176.72	250.74	100	28	100
60	3	12	20	04/10/2014	01/11/2014	44230	176.72	250.28	100	28	100
66	3	12	22	04/10/2014	01/11/2014	44850	179.08	250.45	100	28	100
63	3	12	21	06/10/2014	03/11/2014	44290	176.72	250.62	101	28	100
69	3	12	23	06/10/2014	03/11/2014	44930	179.08	250.89	100	28	100
72	3	11	24	06/10/2014	03/11/2014	45001	179.08	251.29	100	28	100
75	3	12	25	09/10/2014	06/11/2014	44269	176.72	250.50	100	28	100
78	3	12	26	09/10/2014	06/11/2014	44325	176.72	250.82	100	28	100
81	3	12	27	09/10/2014	06/11/2014	44260	176.72	250.45	100	28	100
84	3	11	28	10/10/2014	07/11/2014	44880	179.08	250.61	100	28	100
87	3	12	29	10/10/2014	07/11/2014	44796	179.08	250.15	100	28	100
90	3	12	30	14/10/2014	11/11/2014	44325	176.72	250.82	100	28	100
93	3	12	31	14/10/2014	11/11/2014	44291	176.72	250.63	100	28	100
96	3	11	32	15/10/2014	12/11/2014	44885	179.08	250.64	100	28	100
99	3	12	33	15/10/2014	12/11/2014	44790	179.08	250.11	100	28	100
102	3	12	34	15/10/2014	12/11/2014	44856	179.08	250.48	100	28	100
105	3	12	35	18/10/2014	15/11/2014	44870	179.08	250.56	100	28	100
108	3	12	36	18/10/2014	15/11/2014	44269	176.72	250.50	100	28	100
111	3	12	37	20/10/2014	17/11/2014	44857	179.08	250.49	100	28	100



# CONTROL DE CALIDAD



114	3	11	38	20/10/2014	17/11/2014	44769	179.08	249.99	100	28	100
189	3	12	63	22/10/2014	19/11/2014	44791	179.08	250.12	100	28	100
117	3	10	39	23/10/2014	20/11/2014	44859	179.08	250.50	100	28	100
120	3	12	40	23/10/2014	20/11/2014	44202	176.72	250.12	100	28	100
123	3	12	41	24/10/2014	21/11/2014	44235	176.72	250.31	100	28	100
126	3	12	42	24/10/2014	21/11/2014	44278	176.72	250.55	100	28	100
129	3	11	43	27/10/2014	24/11/2014	44788	179.08	250.10	100	28	100
132	3	12	44	27/10/2014	24/11/2014	44892	179.08	250.68	100	28	100
135	3	12	45	27/10/2014	24/11/2014	44816	179.08	250.26	100	28	100
138	3	11	46	28/10/2014	25/11/2014	44225	176.72	250.25	100	28	100
141	3	12	47	28/10/2014	25/11/2014	44305	176.72	250.71	100	28	100
144	3	12	48	31/10/2014	28/11/2014	44269	176.72	250.50	100	28	100
147	3	12	49	31/10/2014	28/11/2014	44206	176.72	250.15	100	28	100
150	3	12	50	03/11/2014	01/12/2014	44265	176.72	250.48	100	28	100
153	3	12	51	03/11/2014	01/12/2014	44198	176.72	250.10	100	28	100
156	3	12	52	04/11/2014	02/12/2014	44208	176.72	250.16	100	28	100
159	3	12	53	04/11/2014	02/12/2014	44853	179.08	250.46	100	28	100
162	3	11	54	07/11/2014	05/12/2014	44798	179.08	250.16	100	28	100
165	3	12	55	07/11/2014	05/12/2014	44876	179.08	250.59	100	28	100
168	3	12	56	08/11/2014	06/12/2014	44260	176.72	250.45	100	28	100
171	3	12	57	08/11/2014	06/12/2014	44208	176.72	250.16	100	28	100
174	3	12	58	11/11/2014	09/12/2014	44258	176.72	250.44	100	28	100
177	3	12	59	11/11/2014	09/12/2014	44216	176.72	250.20	100	28	100
180	3	12	60	11/11/2014	09/12/2014	43664	174.37	250.41	100	28	100
183	3	11	61	13/11/2014	11/12/2014	44279	176.72	250.56	100	28	100
186	3	12	62	13/11/2014	11/12/2014	44268	176.72	250.50	100	28	100

**Estadística del concreto a los 28 días de mayor a menor resistencia**Resistencia de proyecto = 250 kg/cm<sup>2</sup>

Tipo de cemento = CPC

No.	No. Ensaye	Revenim (cm)	Muestra	Fecha de Colado	Fecha de Ruptura	Carga w (kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)	Edad (días)	Resistencia Teórica (%)
48	3	10	16	30/09/2014	28/10/2014	44426	176.72	251.39	100	28	100
9	3	11	3	18/09/2014	16/10/2014	45010	179.08	251.34	100	28	100
45	3	11	15	27/09/2014	25/10/2014	43820	174.37	251.30	101	28	100
72	3	11	24	06/10/2014	03/11/2014	45001	179.08	251.29	100	28	100
30	3	12	10	23/09/2014	21/10/2014	44975	179.08	251.14	100	28	100
36	3	12	12	26/09/2014	24/10/2014	44360	176.72	251.02	100	28	100
69	3	12	23	06/10/2014	03/11/2014	44930	179.08	250.89	100	28	100
39	3	12	13	27/09/2014	25/10/2014	44920	179.08	250.84	100	28	100
78	3	12	26	09/10/2014	06/11/2014	44325	176.72	250.82	100	28	100
90	3	12	30	14/10/2014	11/11/2014	44325	176.72	250.82	100	28	100
57	3	11	19	01/10/2014	29/10/2014	44310	176.72	250.74	100	28	100
141	3	12	47	28/10/2014	25/11/2014	44305	176.72	250.71	100	28	100
33	3	12	11	26/09/2014	24/10/2014	44892	179.08	250.68	100	28	100
132	3	12	44	27/10/2014	24/11/2014	44892	179.08	250.68	100	28	100
24	3	11	8	23/09/2014	21/10/2014	44300	176.72	250.68	101	28	100
96	3	11	32	15/10/2014	12/11/2014	44885	179.08	250.64	101	28	100
93	3	12	31	14/10/2014	11/11/2014	44291	176.72	250.63	100	28	100
63	3	12	21	06/10/2014	03/11/2014	44290	176.72	250.62	100	28	100
84	3	11	28	10/10/2014	07/11/2014	44880	179.08	250.61	100	28	100
165	3	12	55	07/11/2014	05/12/2014	44876	179.08	250.59	100	28	100
51	3	12	17	30/09/2014	28/10/2014	44280	176.72	250.57	100	28	100
18	3	12	6	22/09/2014	20/10/2014	44871	179.08	250.56	100	28	100
183	3	11	61	13/11/2014	11/12/2014	44279	176.72	250.56	100	28	100
105	3	12	35	18/10/2014	15/11/2014	44870	179.08	250.56	101	28	100
126	3	12	42	24/10/2014	21/11/2014	44278	176.72	250.55	100	28	100
42	3	12	14	27/09/2014	25/10/2014	44865	179.08	250.53	100	28	100
75	3	12	25	09/10/2014	06/11/2014	44269	176.72	250.50	100	28	100
108	3	12	36	18/10/2014	15/11/2014	44269	176.72	250.50	100	28	100
144	3	12	48	31/10/2014	28/11/2014	44269	176.72	250.50	100	28	100
195	3	12	65	15/09/2014	13/10/2014	44269	176.72	250.50	100	28	100
6	3	12	2	17/09/2014	15/10/2014	44860	179.08	250.50	100	28	100
27	3	12	9	26/09/2014	24/10/2014	44860	179.08	250.50	100	28	100
186	3	12	62	13/11/2014	11/12/2014	44268	176.72	250.50	100	28	100
117	3	10	39	23/10/2014	20/11/2014	44859	179.08	250.50	100	28	100
111	3	12	37	20/10/2014	17/11/2014	44857	179.08	250.49	100	28	100
150	3	12	50	03/11/2014	01/12/2014	44265	176.72	250.48	100	28	100
102	3	12	34	15/10/2014	12/11/2014	44856	179.08	250.48	100	28	100
159	3	12	53	04/11/2014	02/12/2014	44853	179.08	250.46	100	28	100
192	3	12	64	16/09/2014	14/10/2014	44853	179.08	250.46	100	28	100



# CONTROL DE CALIDAD

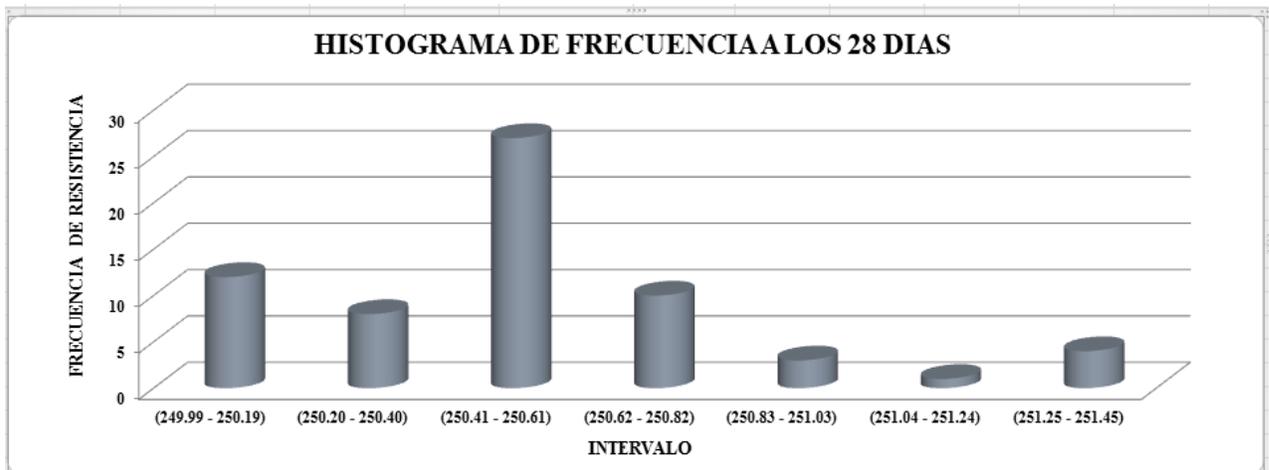


81	3	12	27	09/10/2014	06/11/2014	44260	176.72	250.45	100	28	100
168	3	12	56	08/11/2014	06/12/2014	44260	176.72	250.45	100	28	100
66	3	12	22	04/10/2014	01/11/2014	44850	179.08	250.45	100	28	100
174	3	12	58	11/11/2014	09/12/2014	44258	176.72	250.44	100	28	100
180	3	12	60	11/11/2014	09/12/2014	43664	174.37	250.41	100	28	100
12	3	12	4	18/09/2014	16/10/2014	44252	176.72	250.41	100	28	100
21	3	12	7	22/09/2014	20/10/2014	44250	176.72	250.40	100	28	100
3	3	12	1	17/09/2014	15/10/2014	44240	176.72	250.34	100	28	100
123	3	12	41	24/10/2014	21/11/2014	44235	176.72	250.31	100	28	100
60	3	12	20	04/10/2014	01/11/2014	44230	176.72	250.28	100	28	100
135	3	12	45	27/10/2014	24/11/2014	44816	179.08	250.26	100	28	100
138	3	11	46	28/10/2014	25/11/2014	44225	176.72	250.25	100	28	100
15	3	12	5	22/09/2014	20/10/2014	44812	179.08	250.23	100	28	100
177	3	12	59	11/11/2014	09/12/2014	44216	176.72	250.20	100	28	100
156	3	12	52	04/11/2014	02/12/2014	44208	176.72	250.16	100	28	100
171	3	12	57	08/11/2014	06/12/2014	44208	176.72	250.16	100	28	100
162	3	11	54	07/11/2014	05/12/2014	44798	179.08	250.16	100	28	100
147	3	12	49	31/10/2014	28/11/2014	44206	176.72	250.15	100	28	100
87	3	12	29	10/10/2014	07/11/2014	44796	179.08	250.15	100	28	100
120	3	12	40	23/10/2014	20/11/2014	44202	176.72	250.12	100	28	100
189	3	12	63	22/10/2014	19/11/2014	44791	179.08	250.12	100	28	100
99	3	12	33	15/10/2014	12/11/2014	44790	179.08	250.11	100	28	100
54	3	12	18	01/10/2014	29/10/2014	44198	176.72	250.10	100	28	100
153	3	12	51	03/11/2014	01/12/2014	44198	176.72	250.10	100	28	100
129	3	11	43	27/10/2014	24/11/2014	44788	179.08	250.10	100	28	100
114	3	11	38	20/10/2014	17/11/2014	44769	179.08	249.99	100	28	100



### Análisis estadístico del concreto a los 28 días de edad

- 1.- Muestra (n) = 65
- 2.- Rango = 1.40
- 3.- Numero de intervalos (P) = 7
- 4.- Amplitud de intervalos = 0.20 kg/cm<sup>2</sup>
- 5.- Moda = 250.50 kg/cm<sup>2</sup>
- 6.- Promedio = 250.52 kg/cm<sup>2</sup>
- 7.- Mediana = 250.50 kg/cm<sup>2</sup>
- 8.- Varianza = 0.10 kg/cm<sup>2</sup>
- 9.- Desviación estándar = 0.31 kg/cm<sup>2</sup>
- 10.- Coeficiente de variación (C.V.) = 0.001 %





## Conclusiones

El llevar un buen control de calidad en una obra es algo de suma importancia, ya que el laboratorio cumple varios aspectos importantes durante su proceso; en lo que corresponde a materiales este verifica que tengan la calidad adecuada para poder ser empleados en obra, conforme a las normas y especificaciones, para poder hacer una buena verificación y estipular que los materiales son de buena calidad es necesario poder hacer un análisis de laboratorio, y con esto poder comprobar dichos resultados. La razón importante de poder hacer estos análisis a los materiales es porque dichos materiales son los que emplearemos y mezclaremos con otros aditivos y sustancias, estos para poder hacer mezclas empleadas en nuestra obra, los agregados pétreos deben de contar con características específicas, los cuales cuentan con propiedades físicas que si no son las indispensables a la hora de combinarlos con nuestros aditivos estos tendrán otras reacciones y por lo tanto sus propiedades y características de nuestras mezclas serán distintas, y no van a cumplir con nuestras normativas y especificaciones. Por lo que es necesario estar haciendo pruebas continuas a nuestros materiales para determinar la calidad con la que cuenta cada uno.

En un buen laboratorio su trabajo es poder prevenir y no ser correctivo, el hecho de esto es que en cada obra lo que se busca es hacer un buen trabajo con calidad, tiempo y con un recurso económico, el hecho de que un laboratorio esté presente en una obra te podrá favorecer a cumplir con los aspectos anteriormente mencionados, cuidando siempre la calidad y el buen trabajo, de lo contrario la frase de no ser correctivo no te da estas preferencias exactamente, ya que la calidad con la que cuenta la obra está por debajo de las normales, el tiempo será el doble de lo previsto, ya que se tendrán que hacer estudios y restauraciones de lo que está dañado y el recurso se incrementará y esto hará que todo tenga un gran impacto sobre la obra.

Durante el proceso constructivo el laboratorio tiene que estar alerta de varios aspectos, ya que cualquier detalle este se verá reflejado en dicha obra, el hecho de estar presente el laboratorio a la hora de hacer un colado, se tienen que tomar varios aspectos, desde el tiempo llegado de la olla, o bien si es concreto hecho en obra, cuidar las dosificaciones que se le está suministrando a la mezcla, así como su mezclado y transporte, a la hora de estar vaciando el concreto sobre el elemento estructural se debe tener un cierto margen de tiempo para cumplir con el vaciado, en el cual el laboratorio deberá tomar muestras de concreto que se realizan en obra, las cuales deben de llevar ciertos cuidados importantes, ya que si el llenado de estos cilindros llega a ser alterado, se verán reflejados en los resultados de laboratorio y esto percutirá en dicha obra, por lo cual es de suma importancia tener bien presente los cuidados de tomar dichas pruebas como el



revenimiento ya que este podrá ser de gran importancia para que se haga o no un colado.

La importancia de poder analizar y verificar que los resultados de nuestros concretos tomados en campo sean aprobatorios, nos darán la satisfacción de saber que nuestra obra está hecha de excelente calidad, con una resistencia adecuada y que la obra tendrá una vida mucho mayor que cualquier otra, así como de lo contrario si llegaran a ser reprobatorios estos resultados, tomar decisiones y poder actuar a tiempo para corregir dichos daños.

De acuerdo a los requisitos del reglamento para concreto estructural del ACI 318 se observa que la desviación estándar obtenida de 0.31 a los 28 días de edad, se encuentra por debajo de los 25 kgf/cm<sup>2</sup>, lo cual indica que se tiene un excelente control de calidad. Así como también el valor del coeficiente de variación de 0.1% para ensayos de 28 días de edad, corresponde a la calidad de un concreto premezclado mecánicamente, proporcionado por peso y controlando el contenido de agua de los agregados pétreos.

Se observa además que no existe ningún ensayo de concreto que indique una resistencia menor al f<sub>c</sub> de proyecto, asegurando la resistencia del concreto y durabilidad de la obra

De acuerdo a la norma NMX-C-111 se observa que el concreto es homogéneo ya que la diferencia del revenimiento en cada una de las muestras ensayadas tiene una diferencia mínima de 2cm, quedando dentro del rango de +/- 3.5 cm.



La obra del muro de protección en el Rio de Tuzantla, es de gran importancia, ya que con esto se pudo proteger integridad social a todos los habitantes de esa zona que corrían con peligro de inundación, con lo cual con estos resultados de laboratorio damos por hecho que el muro cuenta con la resistencia de proyecto marcada y con lo cual sabemos que esta obra está diseñada para una larga duración y que contara con los requisitos suficientes para cumplir su función.



## Bibliografía

- [1] [http://www.bdigital.unal.edu.co/6167/8/9589322824\\_Parte2.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/6167/8/9589322824_Parte2.pdf)
- [2] <http://normas.imt.mx/normativa/N-CTR-CAR-1-02-003-00.pdf>
- [3] NMX-C-414-ONNCCE-2014 “Industria de la construcción – cementos hidráulicos – especificaciones y métodos de prueba”
- [4] ASTM C150
- [5] Concreto y otros materiales para la construcción
- [6] NMX-C-122-ONNCCE-2004
- [7] NMX-C-81
- [8] ASTM C494
- [9] Diseño y control de mezclas de concreto
- [10] NMX-C-255-ONNCCE-2013
- [11] NMX-C-159-ONNCCE-2013
- [12] NMX-C-083-ONNCCE-2013 Industria de la construcción del concreto – determinación de la resistencia a la compresión
- [13] ASTM C 94
- [14] NMX-C-403-ONNCCE-1999
- [15] NMX-C-407-ONNCCE Industria de la construcción - varilla corrugada de acero para refuerzo de concreto
- [16] NMX-C-111-ONNCCE-2004