

USS



**UNIVERSIDAD
SEÑOR DE SIPÁN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

TESIS

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A
COMPRESIÓN DE UN CONCRETO
CONVENCIONAL UTILIZANDO MUESTRAS
CILÍNDRICAS Y CÚBICAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

Autora

Bach. Gonzales Medrano Rocio Liz

Pimentel, 03 de Julio del 2017

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN
CONCRETO CONVENCIONAL UTILIZANDO MUESTRAS CILÍNDRICAS Y
CÚBICAS**

Aprobación de la Tesis

M. Sc. Zuloaga Cachay José
Fortunato

Asesor Metodólogo

Ing. Borja Suárez Manuel Alejandro

Asesor Especialista

M. Sc. Coronado Zuloeta Omar
Presidente del Jurado de Tesis

Ing. Marín Bardales Noé Humberto
Secretario del Jurado de Tesis

Ing. Borja Suárez Manuel Alejandro
Vocal del Jurado de Tesis

DEDICATORIA

A mi Madre, mi fortaleza, por el apoyo incondicional que me brindó día a día y por el amor que aún corrobora guiando mis pasos. Por ser la mujer guía, fuerza y coraje.

Rocío Liz

AGRADECIMIENTO

A Fernando, mi hermano, por transmitirme fortaleza y por su apoyo constante en la realización de esta investigación; y a mi familia por el apoyo brindado a lo largo de mi carrera
A aquellas personas que compartieron su conocimiento y experiencias en las aulas.

INDICE

Hoja de Aprobación de la Tesis	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	
1.1. Situación Problemática.....	17
1.2. Formulación del Problema.....	20
1.3. Delimitación de la Investigación	20
1.4. Justificación e Importancia de la investigación	20
1.5. Limitaciones de la investigación.....	21
1.6. Objetivos	22
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	24
2.2. Estado del Arte	28
2.3. Bases teórico científicas.....	30
2.4. Base Científica.....	58
2.5. Definición de términos básicos.....	60
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	
3.1. Tipo y diseño de la Investigación	65
3.2. Población y Muestra	65
3.3. Hipótesis	66
3.4. Variables	67
3.5. Operacionalización	68
3.6. Método, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	70
3.7. Procedimiento para la recolección de datos	72
3.8. Análisis estadístico e interpretación de datos.....	96
3.9. Principios éticos.....	96
3.10. Criterios de rigor científico.....	99
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	
4.1. Análisis de Resultados	101
4.1.1. Diseño de Mezclas	101
4.1.2. Evaluación de la Resistencia a Compresión.....	119
4.1.3. Descripción del proceso de Fracturación:.....	132
4.1.4. Comparación de la Resistencia a compresión.....	135

4.1.5. Propiedades geométricas de las Probetas	138
4.2. Discusión de Resultados.....	148
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1. Conclusiones	157
5.2. Recomendaciones.....	158
REFERENCIAS.....	159
ANEXOS.....	163
ANEXO 1: Formatos Laboratorio de Suelos y Pavimentos.....	164
ANEXO 2: Ensayos Agregados – Laboratorio de suelos y pavimentos	169
PANEL FOTOGRÁFICO	187
1. ENSAYOS DE MATERIALES EMPLEADOS.....	188
1.1. Agregado Fino y Agregado Grueso:	188
2. ELABORACIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL.....	190
2.1. Diseño de Mezcla – Mezcla de prueba	190
2.2. Diseño de Mezcla Final: Probetas de Cilíndricas y Cúbicas.	193
3. ENSAYO DE COMPRESIÓN.....	195
3.1. A los 7 días	195
3.2. A los 14 días	197
3.3. A los 28 días	198

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Llenado de probetas metálicas cilíndricas en obra.	19
Figura 2: Sistema Sonda de Windsor	29
Figura 3: Esclerómetro Digital	30
Figura 4: Cemento Pacasmayo Extra Forte	33
Figura 5: Agregado Fino	37
Figura 6: Agregado Grueso.	37
Figura 7: Maquina de ensayo de compresión	43
Figura 8: Medición del diámetro de espécimen de Concreto.	44
Figura 9: Chequeo de la planeidad	45
Figura 10: Chequeo de la perpendicularidad.	45
Figura 11: Válvula de inyección de aceite.	47
Figura 12: Reporte de la falla.	47
Figura 13: Diagrama esquemático de patrones típicos de fractura	49
Figura 14: Tipo de falla para distintas esbeltez	50
Figura 15: Gráfico de Conversión de Resultados	57
Figura 16: Colocar las muestras desde la parte superior	75
Figura 17: Equipo para determinar la Resistencia a compresión	76
Figura 18: Determinación de la resistencia requerida.	77
Figura 19: Llenado del molde	81
Figura 20: Manipulación del Cono, al realizar la prueba.	82
Figura 21: Resistencia a Compresión vs Edad – $f'c$ 210 kg/cm ² .	121
Figura 22: Resistencia a Compresión vs Edad – $f'c$ = 280 kg/cm ² .	122
Figura 23: Resistencia a Compresión vs Edad – $f'c$ 350 kg/cm ² .	123
Figura 24: Resistencia a Compresión vs Edad $f'c$ 210 kg/cm ² .	124
Figura 25: Resistencia a Compresión vs Edad	125
Figura 26: Resistencia a Compresión vs Edad	126
Figura 27: Tipos de Fractura en probetas de Concreto	132
Figura 28: Proceso de Fracturación en Probetas Cilíndricas vs Día de ensayo.	134
Figura 29: Proceso de Fracturación en Probetas Cúbicas vs Día de ensayo.	134
Figura 30: Resistencia Cilíndricas vs Cúbica – 7d	136
Figura 31: Resistencia Cilíndricas vs Cúbica – 14d	137
Figura 32: Resistencia Cilíndricas vs Cúbica – 28d	138
Figura 33: Sección de las muestras usadas.	139
Figura 34: Datos Estadísticos – Resistencia a Compresión	152

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Definiciones para el concreto	27
Tabla 2: Análisis químico del cemento	30
Tabla 3: Características del cemento	30
Tabla 4: Tolerancia permisible para tiempo de curado y hora de ensayo.	41
Tabla 5: Rango aceptable en fuerza Individual de cilindros.	42
Tabla 6: Transformación de resistencia – NCh 170.Of1985	44
Tabla 7: Transformaciones de resultado Norma EN 206-1:2005	46
Tabla 8: Distribución de Muestras Cilíndricas a ensayar	58
Tabla 9: Distribución de Muestras Cúbicas a ensayar	58
Tabla 10: Cuadro de Operacionalización de la Variable Independiente	60
Tabla 11: Cuadro de Operacionalización de la Variable Dependiente	61
Tabla 12: Muestra de Agregados para Ensayo	66
Tabla 13: Tolerancia permisible por Edad de Ensayo	81
Tabla 14: $f'c$ Requerida	88
Tabla 15: Determinación del contenido de aire atrapado	88
Tabla 16: Determinación del contenido de aire total	89
Tabla 17: Determinación del volumen de agua	89
Tabla 18: Selección de la relación agua – cemento	90
Tabla 19: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto	90
Tabla 20: Módulo de fineza de la combinación de agregados	91
Tabla 21: Diseño de Mezcla final $f'c = 210\text{kg/cm}^2$	97
Tabla 22: Proporciones por m^3 de mezcla de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	98
Tabla 23: Diseño de Mezcla final $f'c = 280\text{kg/cm}^2$	100
Tabla 24: Proporciones por m^3 de mezcla de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	101
Tabla 25: Diseño de Mezcla final $f'c = 350\text{kg/cm}^2$	103
Tabla 26: Proporciones por m^3 de mezcla de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$	104
Tabla 27: Principales propiedades del Concreto en estado fresco	106
Tabla 28: Principales propiedades del Concreto en estado fresco	106
Tabla 29: Resultado de resistencias a compresión Cilíndrica - $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	108
Tabla 30: Resultado de resistencias a compresión Cilíndrica - $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	109
Tabla 31: Resultado de resistencias a compresión Cilíndrica - $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$	110
Tabla 32: Resultado de resistencias a compresión Cúbica - $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	111
Tabla 33: Resultado de resistencias a compresión Cúbica - $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	112

Tabla 34: Resultado de resistencias a compresión Cúbica - $f'_c=350$ kg/cm ²	113
Tabla 35: Diferencia de la Resistencia Cilíndrica vs Cúbica – 7 d	117
Tabla 36: Diferencia de la Resistencia Cilíndrica vs Cúbica – 14 d	118
Tabla 37: Diferencia de la Resistencia Cilíndrica vs Cúbica – 28 d	119
Tabla 38: Cuadro Resumen de la Resistencia a Compresión – 28 d	122
Tabla 39: Cuadro Resumen de la Resistencia a Compresión – 28 d	126
Tabla 40: Cuadro Resumen de la Resistencia a Compresión – 28 d	130

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Cálculo de la Resistencia Cilíndrica a compresión	55
Ecuación 2: Resistencia Cilíndrica	55
Ecuación 3: Resistencia Cúbica	55
Ecuación 4: Resistencia Cúbica con respecto a Resistencia Cilíndrica	56
Ecuación 5: Resistencia Cúbica con respecto a Resistencia Cilíndrica - USA	57
Ecuación 6 Cálculo del volumen del espécimen	89
Ecuación 7: Cálculo de la densidad del Especímen	89
Ecuación 8 Cálculo del volumen del espécimen	89
Ecuación 9: Módulo de Finura	91
Ecuación 10: Peso específico de Masa	91
Ecuación 11: Peso Específico saturada con Superficie seca.	92
Ecuación 12: Peso específico Aparente	92
Ecuación 13: Absorción	92
Ecuación 14: Corrección por Humedad del D.M. en estado Seco	92
Ecuación 15: Agua Efectiva	93

RESUMEN

La presente investigación está enfocada en el estudio comparativo de la resistencia a compresión en dos tipos de probetas, probetas cilíndricas y cúbicas, diseñadas a resistencia de $f'c$ 210 kg/cm², $f'c$ =280 kg/cm² y $f'c$ =350 kg/cm² las cuales fueron evaluadas y ensayadas en laboratorio siguiéndose las normas técnicas peruanas y guiándose de normas chilenas para cada tipo de probeta.

Partiendo por la evaluación al concreto convencional, se considerarán como factores importantes el slump, el peso, la temperatura, y el peso específico del concreto fresco. Se evaluó también al concreto en su estado endurecido, factores y propiedades como la resistencia a compresión, el tipo de fracturamiento durante el ensayo. Teniendo como factor influyente el tiempo de curado (7, 14, 28 días) al que estarán sometidas ambos tipo de probetas, usando únicamente agua potable extraída del laboratorio.

Como resultado se observó que al utilizar probetas cúbicas las resistencias a compresión alcanzadas son mayores en comparación con el uso de probetas cilíndricas. Realizada las conversiones notamos que la Norma Chile (NCh170.Of85) y su tabla de transformación a partir de probetas cúbicas de 20" es la que mejor se asemeja a los resultados obtenidos en esta investigación.

Palabras claves: Concreto, concreto convencional, probetas cilíndricas, probetas cúbicas, Norma Peruana, Norma Chilena, compresión, slump, fracturamiento.

ABSTRACT

This research is focused on the comparative study of the compressive strength of two types of specimens, cylindrical and cubic specimens, designed to $f'c$ resistance 210 kg / cm^2 , $f_c = 280 \text{ kg / cm}^2$ and $f_c = 350 \text{ kg / cm}^2$ which were evaluated and tested in laboratory Peruvian technical standards being followed and guided by Chilean standards for each type of specimen.

Starting from the conventional to the concrete assessment, are regarded as important factors in the slump, weight, temperature, and the specific weight of fresh concrete. It is also evaluated the concrete in its hardened state, factors and properties as compressive strength, the type of fracturing during the test. Taking as an influential factor curing time (7, 14, 28 days) that are subject to both types of specimens, using only drinking water extracted laboratory

As a result it was observed that when using cubic samples compressive strengths are reached are higher compared with using cylindrical specimens. Conversions performed noticed that the Standard Chile (NCh170.Of85) and table transformation from cubic specimens of 20" is the one that best resembles results obtained in this investigation.

Keywords: Concrete, concrete conventional, cylindrical specimens, cubic specimens, Norma Peruvian, Chilean Standard, compression, slump, Fracturing.

INTRODUCCIÓN

La resistencia del concreto en la estructura real, tiende a ser menor que la resistencia obtenida en laboratorio a partir de las probetas fabricadas y ensayadas de acuerdo a normas, y esto debido a que en teoría las probetas miden el potencial resistente del concreto al cual representan. Las diferencias de forma y tamaño entre el elemento de una estructura y la probeta de laboratorio. La probeta cilíndrica de 6x12 mientras que el elemento real puede tener cualquier forma y tamaño . (Ottazzi, 2004, p.14)

Por ello analizar el uso de muestras cilíndricas y cúbicas para determinar la resistencia a compresión de concreto convencional de acuerdo a la norma vigente, resulta relevante hoy en día, describiendo el proceso de fracturación y comparando la resistencia; planteando como hipótesis que las muestras vaciadas en probetas cúbicas de concreto convencional obtendrán mayor resistencia a compresión respecto a muestras cilíndricas.

En el primer capítulo se realizó un análisis de la problemática en un contexto mundial, nacional y local, así como se formula el problema abarcado por la investigación, se delimita y se mencionan la justificación e importancia de la misma, se presentan las limitaciones y los objetivos a alcanzar.

El segundo capítulo hace mención a los antecedentes de estudio, las bases teórica científicas y se definen los términos de mayor relevancia en la investigación.

En el tercer capítulo se refiere a las herramientas metodológicas empleadas en la elaboración de este trabajo de investigación, planteando la hipótesis general y específicas e identificando sus respectivas variables y su operacionalización, se determina los métodos, técnicas e instrumentos considerando los criterios para la recolección de datos.

En el capítulo cuatro se realizan los ensayos: 54 probetas cilíndricas y 54 probetas cúbicas, Así mismo se realiza la descripción de los resultados hallados de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas y Norma Chile.

En el capítulo cinco se presentan las conclusiones, y recomendaciones. Además se consideran las Referencias y los anexos.

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Situación Problemática

1.1.1. A nivel internacional

En España:

“Al verter el hormigón en estado plástico, comienza a sentarse y perder agua por evaporación desde la superficie mientras se aproxima a la etapa de fraguado” (Irías, 2013, p.13). “Durante ésta, se da la mayor vulnerabilidad a las fuerzas que se generan en la masa, razón por la cual se producen fisuras” (Irías, 2013, p.13). “Durante el estado plástico, el hormigón pierde agua por evaporación y exudación, provocando sus retracciones, las que tratan de restringirse con el acero de refuerzo” (Irías, 2013, p.13). “El refuerzo trata de mantener la masa en su lugar generando tensiones contrapuestas” (Irías, 2013, p.13). “Las fuerzas de contracción plástica son pequeñas al principio, pero pueden crecer rápidamente durante el fraguado, dependiendo de las tendencias a la producción del fenómeno” (Irías, 2013, p.13).

Además se expresa que “en construcción, el hormigón es generalmente caracterizado por su resistencia a compresión. En efecto, el ensayo de compresión es fácil de realizar y muy económico. Consiste sencillamente en determinar la carga máxima que soporta una probeta de geometría normalizada sometida a compresión simple”. (Del Viso, Carmona, & Ruiz, 2007, p.527)

“La mayoría de estos estudios no profundizan en el estudio de los procesos de fisuración que se producen ni en su relación con el tipo de fallo de la probeta” (Del Viso et al., 2007, p.527). “Los procesos de fisuración van a estar condicionados por la forma, tamaño y condiciones de contorno” (Del Viso et al., 2007, p.527)

Este hecho implica que el modo de fallo y la carga máxima en el ensayo de compresión van a estar relacionadas con los procesos de fisuración y por lo tanto que son susceptibles de analizarse aplicando las teorías de la Mecánica de la Fractura . (Del Viso et al., 2007, p.527)

En Chile:

Al realizar el análisis a la NCh 170 Of.85, nota que existen probetas con diferentes dimensiones confeccionadas para determinar la resistencia de los hormigones, y el ensayo más utilizado es el de resistencia a la compresión; encontrándose dentro de ellas probetas cúbicas o cilíndricas con diferentes dimensiones . (Arriaga, 2011, p.16)

“Por ellos es inevitable pensar que pueda existir una relación entre la resistencia a compresión de un hormigón y el tamaño del mismo” (Arriaga, 2011, p.16).

1.1.2. A Nivel Nacional:

En Arequipa

La Revista menciona que “el Ingeniero usualmente da por hecho que el concreto colocado en la estructura alcanzará la resistencia especificada, pero eso no ocurre siempre” (Aceros Arequipa, 2011, p.05). “Son varios los factores (forma de preparación, cantidad de los materiales utilizados, calidad de los agregados, etc.) que afectan positivamente o negativamente la resistencia a compresión siendo esta una propiedad importante del concreto” (Aceros Arequipa, 2011, p.05).

En Lima

Entre los innumerables factores que afectan la resistencia del concreto en estado endurecido independientemente de la calidad y tipo de materiales que lo constituyen, para la propiedades dadas de sus componentes en un mezcla trabajable y bien colocado se destacan los siguientes: contenido de cemento, relación agua-cemento y contenido de aire, influencia de los agregados, tamaño máximo del agregado grueso, fraguado del concreto, edad del concreto, curado del concreto, temperatura . (Sánchez, 2001, p.130)

“Se encuentran casos donde a pesar de ser diseños y mezclados por empresas especialistas en el rubro, al realizar los ensayos a compresión estas no alcanzan la resistencia de diseño” (Sánchez, 2001, p.130).

Proyecto Almacenamiento Crudo en Refinería Conchán - Lurín.



Figura 1: Llenado de probetas metálicas cilíndricas en obra.

Fuente: Toma proporcionada, Lurín – Lima.

En Piura:

“La resistencia mecánica del concreto endurecido ha sido tradicionalmente la propiedad más identificada con su comportamiento como material de construcción” (Céspedes, 2003, p.11). “En términos generales, la resistencia mecánica, que potencialmente puede desarrollar el concreto, depende de la resistencia individual de los agregados y de la pasta de cemento endurecida, así como, de la adherencia que se produce en ambos materiales” (Céspedes, 2003, p.11). “La resistencia del concreto puede ser limitada indistintamente por la resistencia de la pasta, la adherencia pasta /agregado, o una combinación de ambas, dependiendo significativamente de las características de forma, textura superficial y tamaño máximo de los agregados” (Céspedes, 2003, p.12).

1.1.3. A Nivel Local:

En Chiclayo:

No se han encontrados estudios relacionados a la comparación de resistencias a compresión en muestras de concreto convencional.

1.2. Formulación del Problema

¿Qué diferencias encontramos entre la resistencia a compresión en muestras cilíndricas y muestras cúbicas de concreto convencional?

1.3. Delimitación de la Investigación

La presente investigación tuvo lugar en el Campus de la Universidad Señor de Sipán. Se hizo uso de los instrumentos para la recolección de información válida para la investigación. La investigación se realizó en el lapso de tiempo de Enero – Julio del 2016

1.4. Justificación e Importancia de la investigación

1.4.1. Aspecto Tecnológico

Este trabajo de investigación permitió establecer parámetros de diferencia entre las probetas cilíndricas y cúbicas, de concreto convencional, al ser sometidas al ensayo de resistencia a compresión en el laboratorio. Determinará además la carga máxima que soporta una probeta de geometría normalizada sometida a compresión. “El efecto de la forma en la resistencia a compresión del hormigón ha sido ampliamente estudiado y han sido propuestas diferentes expresiones para relacionar la carga máxima entre las diversas geometrías desde un punto de vista tecnológico” (Del Viso et al., 2007, p.527).

1.4.2. Aspecto Ambiental

Al encontrar la relación entre el tamaño de la probeta, dígase su área, altura y volúmenes; se podrá minimizar el uso de materia prima empleada en el uso de probetas, dentro de ellos tenemos los agregados, el agua, y en el proceso de fabricación del cemento, su disminución significativa podrías traer grandes mejoras al medio ambiente.

1.4.3. Aspecto Económico

El fin de este estudio comparativo es cuantificar cual sería el costo de realizar probetas cúbicas, y compararlas con las probetas ya normalizadas probetas cilíndricas.

1.5. Limitaciones de la investigación

Las limitaciones presentes en esta investigación fueron:

En relación al diseño de mezcla, los materiales cumplieran con las siguientes especificaciones, el cemento será Pacasmayo Extra Forte, agregado de tamaño 3/4", agua potable, sin aire incorporado con asentamientos de 3" – 4", sin inclusión de aditivos, las probetas serán con curado en laboratorio (2 unid) y sin curar (1 unid), se realizaran tres (03) diseños de mezcla con $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$.

Dificultad en la obtención de los moldes para elaborar las probetas cúbicas, siendo éstas fundamentales para realizar la comparación, se tuvo que consultar e idear la manera de confinar la mezcla con placas.

La disposición de las herramientas en el Laboratorio de la Facultad no fueron las más óptimas debido a la cantidad de alumnos y personal del área realizando ensayos y pruebas de la misma índole. Se tuvieron que tomar turnos e incluso coordinar horas para hacer uso de los equipos e instrumentos.

1.6. Objetivos

Objetivo General

Analizar el uso de muestras cilíndricas y cúbicas para determinar la resistencia a compresión de concreto convencional de acuerdo a la norma vigente.

Objetivos Específicos

Elaborar un diseño de mezcla de concreto convencional de resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, 280 kg/cm^2 y $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$, con cemento (Pacasmayo Extra Forte), piedra chancada de 3/4", arena fina, agua, sin aire incorporado con asentamientos de 3" – 4".

Evaluar la resistencia a compresión de muestras cilíndricas y cúbicas de concreto convencional a los 7, 14 y 28 días.

Describir el proceso de fracturación de la probeta de concreto durante el ensayo con la prensa hidráulica.

Comparar las resistencias obtenidas con respecto a la forma de las probetas, probetas cilíndricas (Norma Técnica Peruana -NTP) y cúbicas (Norma Chilena – NCh).

Determinar si las propiedades geométricas de las probetas influyen en la resistencia a compresión del concreto convencional.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Internacional:

España:

Los autores Del Viso, Carmona y Ruiz (2007). En el artículo **“INFLUENCIA DE LA FORMA Y DEL TAMAÑO DE LA PROBETA EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA”** (España), mencionan:

“Este artículo presenta los resultados de una reciente campaña experimental con el objeto de estudiar el efecto de la forma y del tamaño de probeta en la resistencia a compresión, f_c , de hormigones de alta resistencia” (Del Viso et al., 2007, p.527).

“El material ensayado es un hormigón de alta resistencia fabricado con un árido con partículas de un tamaño máximo de 12 mm. El cemento empleado fue tipo portland CEM I 52.5 R; con una adición de humo de sílice y fluidificante (B-255 BASF)” (Del Viso et al., 2007, p.527). “La relación agua/cemento fue de 0.28. La fabricación del hormigón fue controlada estrictamente para evitar desviaciones en los resultados. Todas las probetas, fueron conservadas durante 4 semanas en cámara húmeda a 20°C y 96% de humedad” (Del Viso et al., 2007, p.527). “Para obtener las propiedades en fractura del hormigón se realizaron ensayos de flexión en tres puntos. El método utilizado es el recomendado por Elices, Planas y Guinea” (Del Viso et al., 2007, p.527).

Para realizar dicha investigación se han ensayado 02 probetas cilíndricas y 04 probetas cúbicas, todas sometidas a las mismas características de diseño y prueba. “Las probetas mayores resisten menos que las probetas pequeñas. En el caso de las probetas cilíndricas el efecto de escala prácticamente no se aprecia” (Del Viso et al., 2007, p.530). “En las probetas cúbicas el efecto de escala se va suavizando al aumentar el tamaño y se aprecia claramente que la curva se aproxima a una asíntota horizontal” (Del Viso et al., 2007, p.530). “En el caso de las probetas

cilíndricas, el valor medio de la tensión en carga máxima se ha mantenido prácticamente constante” (Del Viso et al., 2007, p.530). “Se han propuesto una expresión que relaciona la resistencia a compresión” (Del Viso et al., 2007, p.527).

Los autores Serna, Marti y Torno (2002). En el informe **“RESISTENCIA A COMPRESIÓN A MUY CORTA EDAD Y CONSISTENCIA EN HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA”** posterior al VIII Congreso Nacional de Propiedades Mecánicas de Sólidos (Gandia, España), hacen mención a:

En el momento en que finalizaba el proceso de amasado se procedía a la medida de consistencia del hormigón basándonos en el método del cono de Abrams. Una vez fabricado el hormigón se procedía a la fabricación de probetas, se introducían las probetas en una cámara con humedad constante mayor del 95% y 20°C hasta el momento de su rotura en una prensa hidráulica de 250 ton. Para la rotura de las probetas cilíndricas hubo que colocar una jaula protectora debido a la gran cantidad de energía liberada en forma de explosión. (Serna, Martí, & Torno, 2002, p.682)

Para alcanzar el óptimo proceso en el estudio de resistencia a compresión a muy corta edad y consistencia en hormigones de alta resistencia, el proceso implica la realización de la mezcla de hormigón en laboratorio y la fabricación de probetas cilíndricas de 15 cm de ϕ y cúbicas de 10 cm para ensayar a compresión a 28 días. Con el fin de analizar estas variables se programó un diseño de experimentos para ser analizados mediante un tratamiento estadístico multivariante y la obtención de las correspondientes regresiones que las correlacionan. Teniendo como resultado que, la resistencia a compresión a 24 horas obtenida mediante el uso de probetas cúbicas de 10 cm x 10 cm x 10 cm guarda relación de 0,85 respecto a la obtenida con probetas cilíndricas de 15 cm x 30 cm. (Serna et al., , 2002, p.682)

La autora Arriaga, Ana (2011). En la tesis denominada **“ÁNÁLISIS DEL FACTOR DE TRANSFORMACIÓN DE RESISTENCIAS DE**

PROBETAS CILÍNDRICAS DE ϕ 10 Y ϕ 15 A PROBETAS CÚBICAS DE 20 x 20 CM PARA HORMIGONES DE GRADO H20 Y H30” de la Universidad Austral de Chile (Chile), menciona que:

“Las probetas de hormigón se rompen con diferentes tensiones según sus dimensiones y forma” (Arriagada, 2011, p.14). “En Chile, los hormigones son especificados de acuerdo a la resistencia cúbica obtenida en probetas de arista 20 cm, siendo éste el criterio de aceptación o rechazo de los resultados” (Arriagada, 2011, p.14). “El presente estudio analiza el anexo A de la norma chilena NCh 170 Of. 85, que propone factores de conversión, los cuales deben ser empleados al confeccionar probetas de forma o dimensiones distintas a la cúbica de arista 20 cm” (Arriagada, 2011, p.14).

“La confección de hormigones de prueba en el laboratorio LEMCO, perteneciente a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Austral de Chile” (Arriagada, 2011, p.14). “En él se diseñaron 3 amasadas de hormigón H20 y 3 amasadas de hormigón H30, de acuerdo a la norma NCh 1018” (Arriagada, 2011, p.14).

EOf 77 la cual se aplica a mezclas que se emplean en ensayos de hormigón fresco y en la confección de probetas para ensayos del hormigón endurecido, todo esto basado principalmente en lograr una resistencia, tanto para una edad especificada, como una trabajabilidad apropiada . (Arriagada, 2011, p.14)

La autora Irías, Ana Sofía (2013). En su informe “**REFUERZO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y HORMIGONES**” de la Universidad Politécnica de Madrid (Chile), menciona que:

“El mantenimiento, la reparación y refuerzo de estructuras se ha convertido ahora más que nunca en una realidad, dichos trabajos requieren de un conocimiento de las técnicas y de los productos para evitar que vuelvan a aparecer problemas en el futuro” (Irías, 2013, p.08).

Por ello su investigación se enfoca en el análisis del comportamiento de elementos estructurales de hormigón mediante usos de probetas cilíndricas de 15 cm x 30 cm y vigas de 15 cm x 15 cm * 60 cm, evaluadas a los 28 días de edad y adicionándolas con fibras de carbono previamente ensayadas.

2.1.2. Nacional:

La empresa Aceros Arequipa (2010). En su informe **“Manual de Construcción para el Maestro de Obra”** de la Editorial Nueva Vía Comunicaciones S.A. (Arequipa), menciona que:

El empleo de probetas cilíndricas antes y durante la ejecución de cada proyecto representan un factor fundamental, si se desea alcanzar los estándares y parámetros establecidos en relación a la resistencia del concreto, así como la vida útil de la estructuras. Uso de probetas normalizadas de 15 cm x 30 cm, son las mas elaboradas en campo, así también se recomienda realizar los ensayos por cada tipo de elemento. (Aceros Arequipa, 2011, p.05)

El autor Sánchez de Guzmán, Diego (2001). En su libro titulado **“Tecnología del Concreto y del Mortero”** de la Editorial Bhandar Editores Ltda (Lima), menciona que:

“La forma de evaluar la resistencia del concreto es mediante probetas mecánicas que pueden ser destructivas, por lo cual se toman muestras y se hacen especímenes para fallar” (Sánchez, 2001, p.130). En su libro describe ensayos destructivos y no destructivos, dentro de los cuales se encuentra el ensayo de resistencia a Compresión; ensayándose tres tipos de muestras: cilíndricas, cubos y prismas. (Sánchez, 2001, p.130)

El autor Céspedes, Marco (2003). En su trabajo de investigación titulado **“Resistencia a la Compresión del Concreto a partir de la**

Velocidad de Pulsos de Ultrasonido” de la Editorial Bhandar Editores Ltda (Lima), menciona que:

Se ha encontrado que hay una simple correlación entre la resistencia del cilindro y el tamaño de la muestra; pero la correlación está afectada por: El tipo de agregado, la relación de Agregado / cemento, la edad del concreto, tamaño y graduación de los agregados, condiciones de curado . (Céspedes, 2003, p.11)

“Se va a ser realizado un monitoreo de la resistencia del cilindro con respecto al tiempo de curado o edad del concreto, la curva de resistencia a compresión es obtenida lo mejor posible variando la edad” (Céspedes, 2003, p.11). “Pero un chequeo en calidad en una edad determinada requeriría una correlación a ser obtenida variando la relación agua-cemento” (Céspedes, 2003, p.11).

2.1.3. Local

Una vez realizado la búsquedas en fuentes bibliográficas, físicas y virtuales y al no haber encontrado información alguna en este campo, siendo de mayor envergadura la realización de esta investigación ya que es un punto no explorado.

2.2. Estado del Arte

Según lo indagado sobre el alcance logrado de las investigaciones relacionadas directamente a los ensayos de resistencia a compresión y la obtención del f_c del concreto convencional, se concluye que en ámbito internacional tienen un grado alto. Existen ensayos no destructivos como Sistema Sonda Windsor, con la posibilidad de ser realizado in-situ, puede ser utilizado en superficies horizontales y verticales, presenta un sistema de medición electrónico preciso con memoria de almacenamiento de datos y transferibles en una

computadora, aplicable a concretos de alta resistencia y cumple con la norma ASTM C-805 .



Fuente: (NDTJames, 2012)

Otro instrumento, utilizado para cuantificar la resistencia del concreto es el Esclerómetro Digital - Prueba de la resistencia de hormigón endurecido y otros materiales de construcción; dentro de las ventajas tenemos fácil transporte y uso in-situ, así como el cálculo automático de resistencia a la compresión, memoria para almacenar datos e introducirlos en una computadora, temperatura de operación de 0°C a 50°C, cumple también con las normas internacionales de países como Inglaterra (ISP/DIS 8045), Europa (EN 12 504-2), Francia (NFP 18-417), Bélgica (B 15-225) y China(JGJ/T 23-2001); además de la norma ASTM C-805 aplicable en más de 140 países .



Figura 3: Esclerómetro Digital

Fuente: (NDTJames, 2012)

2.3. Bases teórico científicas

2.3.1. Teoría de Resistencia del Concreto en la Estructura Real

“La resistencia del concreto en la estructura real, tiende a ser menor que la resistencia f'_c obtenida en laboratorio a partir de las probetas fabricadas y ensayadas de acuerdo a las normas” (Ottazzi, 2004, p.14). “Recuerde que, en teoría, las probetas miden el potencial resistente del concreto al cual representan” (Ottazzi, 2004, p.14).

Las siguientes son algunas de las razones por las cuales se producen las diferencias:

- a. “Las diferencias en la colocación y compactación entre el concreto colocado y compactado (vibrado) en la estructura real y el concreto colocado y compactado en una probeta” (Ottazzi, 2004, p.14).
- b. “Las diferencias en el curado. Es clara la diferencia notable en las condiciones de curado entre una probeta de laboratorio y una estructura real” (Ottazzi, 2004, p.14).

- c. “El efecto de la migración hacia arriba del agua en el concreto colocado en una estructura real. Esto genera que la relación w/c no sea uniforme a lo largo de la altura del elemento” (Ottazzi, 2004, p.14). “En elementos peraltados el concreto de la parte superior suele ser menos resistente que el de la parte inferior” (Ottazzi, 2004, p.14). “Esto debido a un aumento en la relación w/c por la migración del agua luego de colocado el concreto, y por la mayor compactación del concreto de la parte inferior producto del peso del concreto por encima” (Ottazzi, 2004, p.14).
- d. “El efecto de la segregación de los agregados que se produce durante el llenado de las columnas. Este efecto genera un concreto no uniforme” (Ottazzi, 2004, p.14).
- e. “Las diferencias de forma y tamaño entre los elementos de una estructura y la probeta de laboratorio. La probeta es cilíndrica de 6”x12” mientras que el elemento real puede tener cualquier forma y tamaño” (Ottazzi, 2004, p.14).
- f. “Las diferencias entre los regímenes de esfuerzos en una probeta y en el elemento real” (Ottazzi, 2004, p.14). “En una probeta la sollicitación es prácticamente de compresión uniforme, con algunas distorsiones o concentraciones de esfuerzos cerca de las zonas de aplicación de las cargas, mientras que en el elemento estructural real pueden existir fuertes gradientes de esfuerzos” (Ottazzi, 2004, p.14). “Por ejemplo en la zona comprimida de una viga sometida a flexión, las fibras menos esforzadas, las cercanas al eje neutro, tienden a estabilizar a las fibras más esforzadas” (Ottazzi, 2004, p.14).

“La resistencia del concreto en una estructura real se puede estimar mediante la extracción de testigos perforados (Norma Peruana artículo 4.6.6, ACI-02 artículo 5.6.5)” (Ottazzi, 2004, p.14). “La uniformidad del concreto en la estructura real se puede determinar con la ayuda de un instrumento denominado Esclerómetro, con el cual se determina la dureza superficial del concreto” (Ottazzi, 2004, p.14).

Aunque algunos de los Esclerómetros incluyen tablas de correlación entre la dureza superficial y la resistencia del concreto, estos valores deben tomarse con suma prudencia, los resultados deben interpretarse como una medida de la uniformidad del concreto y no como una medida directa de la resistencia del concreto . (Ottazzi, 2004, p.14)

2.3.2. Concreto convencional

Es un material compuesto de resistencia controlada, esta mezcla está compuesta por la pasta; mezcla química del cemento y agua, y los agregados como grava y arena, alcanzando su máxima resistencia a los 28 días. Tiene una amplia utilización en las estructuras de concreto más comunes como cimentaciones, columnas, placas macizas y aligeradas, muros de contención, cimientos, etc. Los materiales y el producto final son controlados y ensayados de acuerdo con el Reglamento Nacional de Construcciones y la norma ACI – 318 cumpliendo con las expectativas de falla y criterios de aceptación establecidos por las ya mencionadas norma

Tabla 1:

Definiciones para el concreto

CONCRETO	=	Rellenador	+ Ligante
Concreto	=	Agregado (fino + grueso)	+ Pasta de cemento
Mortero	=	Agregado Fino	+ Pasta
Pasta	=	Cemento	+ Agua

Fuente: Elaboración propia

A. Composición

Siendo el concreto una mezcla en estado plástico y conformado por diversos elementos, su adecuada dosificación es indispensable y requiera estar bajo los estándares normalizados.

1. Cemento

“Se denomina cemento a un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecer al contacto con el agua” (Castañeda, 2011). “Mezclado con agregados pétreos y agua, crea una mezcla uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece, adquiriendo consistencia pétreo, denominada concreto. Su uso está muy generalizado en construcción e ingeniería civil” (Castañeda, 2011).

a) Cemento Pacasmayo Extra Forte

“El Cemento Pacasmayo Extra Forte es un cemento para construcciones de concreto de uso general recomendado para columnas, vigas, losas, cimentaciones etc. que no se encuentren en ambientes húmedos y salitrosos. Este cemento brinda buena resistencia a compresión, mejor maleabilidad” (Zegarra & Zegarra, 2015, p.53).



Fuente: (Cementos Pacasmayo S.A., 2014)

Propiedades

- “Moderado calor de hidratación” (Zegarra & Zegarra, 2015, p.54).
- “Mejor trabajabilidad” (Zegarra & Zegarra, 2015, p.54).

Aplicaciones

- “Obras de concreto y concreto armado en general” (Zegarra & Zegarra, 2015, p.54).
- “Morteros en general” (Zegarra & Zegarra, 2015, p.54).
- “Pavimentos y cimentaciones” (Zegarra & Zegarra, 2015, p.54).
- “Estructuras de concreto masivo” (Zegarra & Zegarra, 2015, p.54).

b) Propiedades físicas y químicas del cemento

“Las especificaciones del cemento presentan límites para las propiedades físicas y para la composición química. La comprensión de la importancia de las propiedades físicas es útil para la interpretación de los resultados de los ensayos de los cementos” (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004, p.57). “Los cementos pertenecen a la clase de materiales denominados aglomerantes en construcción, como la cal aérea y el yeso (no hidráulico), el cemento endurece rápidamente y alcanza resistencias altas; esto gracias a reacciones complicadas de la combinación cal-sílice” (Kosmatka et al., 2004, p.57).

Tabla 2:

Análisis químico del cemento

Cal	CaO	63.0 %
Sílice	SiO ₂	20.0 %
Alúmina	Al ₂ O ₃	6.0 %
Óxido de Hierro	Fe ₂ O ₃	3.0 %
Óxido de Magnesio	MgO	1.5 %
Álcalis	K ₂ O + Na ₂ O	1.0 %
Pérdida por calcinación		2.0 %
Residuo insoluble		0.5 %
Anhídrido Sulfúrico	So ₃	2.0 %
Cal Libre	CaOResiduo	1.0 %
Suma		100 %

Fuente: (ASOCEM, 1985)

Tabla 3:

Características del cemento

Químicas	Físicas
Módulo Fundente	Superficie Especifica
Compuestos Secundarios	Tiempo De Fraguado
Pérdida Por Calcinación	Falso Fraguado
Residuo Insoluble	Estabilidad De Volumen
	Resistencia Mecánica
	Contenido De Aire
	Calor De Hidratación

Fuente: (ASOCEM, 1985)

c) Peso específico del cemento

“Un saco de cemento portland pesa 42,5 kg y tiene un volumen de aproximadamente 1 pie cúbico (28,32 lts) cuando acaba de ser empacado” (Kosmatka et al., 2004, p.67). “El peso específico del cemento se define como el peso de cemento por unidad de volumen de los sólidos o partículas, excluyéndose el aire entre las partículas” (Kosmatka et al., 2004, p.67). “Se presenta en gr/cm³. El

peso específico del cemento varía de 3.10 hasta 3.25, con promedio de 3.15 gr/cm³” (Kosmatka et al., 2004, p.67).

2. Agregados

“Los agregados ocupan comúnmente de 60% a 75% del volumen del concreto (70% a 85% en peso), e influyen notablemente en las propiedades del concreto recién mezclados y endurecidos, en las proporciones de la mezcla, y en la economía” (UNICON, s.f.). “Pueden tener tamaños que van desde partículas casi invisibles hasta pedazos de piedra. Junto con el agua, el cemento y aditivos, conforman el conjunto de ingredientes necesarios para la fabricación de concreto” (UNICON, s.f.). “Todo el material debe pasar por un riguroso control de calidad, garantizando un producto libre de contaminación y cumpliendo las especificaciones de las Normas ASTM y NTP” (UNICON, s.f.). “Esta identificación de los materiales se deriva de la condición mínima del concreto convencional de dividir los agregados en dos fracciones principales cuya frontera nominal es 4.75 mm (malla núm. 4 ASTM)” (UNICON, s.f.).

Dependiendo del diámetro medio de sus partículas se clasifican en:

- a) “Agregado Fino: Aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas” (UNICON, s.f.).

Tipos de Agregado



Figura 5: Agregado Fino

Fuente: Toma propia.

- b) “Agregado Grueso: Aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava” (UNICON, s.f.).

Tipos de Agregado



Figura 6: Agregado Grueso.

Fuente: Toma propia.

A. Propiedades principales de los agregados.

i. Granulometría.

“La granulometría de una masa de agregados se define como la distribución del tamaño de sus partículas, y se determina haciendo pasar una muestra representativa del material por una serie de tamices ordenados por abertura, de mayor a menor” (Zegarra & Zegarra, 2015, p.58). “La granulometría se relaciona directamente con la trabajabilidad del concreto. La granulometría de la arena tiene mayor influencia sobre la trabajabilidad que el agregado grueso en razón de su mayor valor de superficie específica” (Zegarra & Zegarra, 2015, p.58).

ii. Peso Unitario y Peso Específico.

“Es el que se toma como volumen de referencia” (Zegarra & Zegarra, 2015, p.58). “Existen dos clases: el suelto, el cual se determina al dejar caer libremente el agregado dentro del recipiente, y el compacto: el material se compacta de modo similar a como se hace con el concreto” (Zegarra & Zegarra, 2015, p.58). “El Peso específico, es el peso de un cuerpo dividido entre su volumen” (Zegarra & Zegarra, 2015, p.58). “Los materiales granulométricos tienen dos tipos de pesos específicos: el aparente, que es el peso de un conjunto de agregados dividido entre su volumen incluyendo los espacios vacíos entre granos, y el absoluto: peso de un grano dividido entre su volumen” (Zegarra & Zegarra, 2015, p.58).

iii. Humedad y Absorción.

“Es la diferencia entre el peso del material húmedo y el mismo, secado al horno. Se suele expresar como porcentaje en peso, referido al material seco” (Zegarra & Zegarra, 2015, p.59). “Esta se encuentra en los agregados de dos maneras

diferentes: uno es rellenando los poros y micro poros internos de los granos, y la otra es como una película envolvente más o menos gruesa” (Zegarra & Zegarra, 2015, p.59).

iv. Segregación.

“Cuando se manejan agregados en los que hay presencia de granos con tamaños muy contrastantes, se puede presentar tendencia a su separación, en lo que denominamos segregación del agregado, lo cual generaría concreto de calidad heterogénea y dudosa” (Zegarra & Zegarra, 2015, p.59).

“La tendencia a la segregación se contrarresta manejando los agregados en fracciones separadas, de acuerdo a su tamaño, que solo se combinan en el momento del mezclado” (Zegarra & Zegarra, 2015, p.59). “A veces la naturaleza produce gradaciones granulométricas combinadas, con gruesos y finos, y que teóricamente podrían ser adecuadas para usarse directamente como agregados” (Zegarra & Zegarra, 2015, p.59).

v. Impurezas.

“Al agregado los puede acompañar algunas impurezas perjudiciales, la mayoría de origen natural y acompañando a la arena” (Zegarra & Zegarra, 2015, p.59).

“La materia orgánica en descomposición puede producir trastornos en las reacciones del cemento. El fraguado puede ser alterado, e incluso impedido, como es el caso en presencia de abundantes azúcares” (Zegarra & Zegarra, 2015, p.60). “También se pueden ver alterados el endurecimiento y a veces, la reacción de los aditivos

químicos” (Zegarra & Zegarra, 2015, p.60). “Algunos tipos de materia orgánica no llegan a producir alteraciones importantes por lo cual, en términos generales, lo más recomendable es hacer pruebas directas en mezclas de estudios con los materiales que se pretende usar” (Zegarra & Zegarra, 2015, p.60).

3. Agua

El agua cumple con dos funciones vitales en el desarrollo del concreto, como agua de mezclado y como agua de curado. Para la primera, casi cualquier agua natural potable, sin tener un sabor u olor notable, puede servir para el mezclado, pues el agua cuando funciona como un ingrediente en la fabricación de la mezcla ocupa entre 10% - 25% de cada m³ producido. Se debe evitar a toda costa que esté contaminada de sulfatos pues estos son agresivos al cemento. Si no se tiene cuidado en eliminar las impurezas excesivas contenidas en el agua de mezcla, estas pueden afectar no sólo el tiempo de fraguado, la resistencia del concreto y la consistencia de volumen, sino que a su vez pueden producir eflorescencia o corrosión del refuerzo . (Zegarra & Zegarra, 2015, p.61)

2.3.3. Resistencia a Compresión del concreto

A. Alcance

(ASTM C39) “Cubre la determinación del esfuerzo de compresión en especímenes cilíndricos (moldeados o extraídos)” (Vallejo & Amaguaya, 2016, p.75).

Esta norma se limita a hormigones que tengan un peso unitario en exceso de 800kg/m³ (50 lb/pie³). “Se calcula dividiendo la máxima carga obtenida durante el ensayo por el área de la cara axial del

especímen de concreto” (Vallejo & Amaguaya, 2016, p.75). “Los resultados a compresión obtenida pueden depender de la forma y el tamaño del especímen de concreto, la pasta del cemento, los procedimientos de mezcla, los métodos de muestra, fabricación y edad y las condiciones de humedad durante el curado” (Vallejo & Amaguaya, 2016, p.75).

B. Normas

- “ASTM C39 - Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto” (Valencia & Ibarra, 2013, p.12).
- “NTP 339.034 - Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas” (Valencia & Ibarra, 2013, p.12).

C. Definición

“Consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla” (Valencia & Ibarra, 2013, p.12). “La resistencia a la compresión de la probeta es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección recta de la probeta” (Valencia & Ibarra, 2013, p.12). “El parámetro obtenido es una propiedad principalmente física y es frecuentemente usado en el diseño de estructuras, se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm²) o en megapascales (MPa)” (Valencia & Ibarra, 2013, p.12).

D. Importancia

“Los resultados de las pruebas de Resistencia a Compresión se emplean fundamentalmente para verificar que la mezcla del concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia

especificada ($f'c$) en la definición del proyecto” (Valencia & Ibarra, 2013, p.12).

“También se puede utilizar para fines de control de calidad, aceptación del concreto o para estimar la resistencia en elementos estructurales que permitan definir la programación de los siguientes procesos constructivos en la ejecución de una obra” (Valencia & Ibarra, 2013, p.12).

E. Equipo

“La máquina de ensayo deberá tener capacidad conveniente, operada por energía y debe permitir una velocidad de carga sobre la probeta de $0,25 \pm 0,05$ MPa/s, de forma continua sin intermitencia ni detenimiento” (Valencia & Ibarra, 2013, p.12).

La máquina de ensayo será equipada con dos bloques de acero con caras resistentes, uno de los cuales se asentará sobre una rótula, que le permita acomodarse a la parte superior de la probeta, y el otro se apoya sobre una sólida base en el que se asienta la parte inferior de la misma . (Valencia & Ibarra, 2013, p.13)

“Las caras de los bloques serán paralelas durante el ensayo y deben tener una dimensión mínima de al menos 3% mayor que el diámetro de las probetas a ser ensayadas” (Valencia & Ibarra, 2013, p.13).

Equipo de compresión según Norma ASTM.



Figura 7: Máquina de ensayo de compresión

Fuente: (ASTM C39, 2012)

F. Muestra

Las probetas cilíndricas deberán cumplir con lo siguiente:

- a. “Chequear que el eje axial de perpendicularidad y los extremos planos del espécimen de concreto, no se alejen más de $0,5^\circ$ (1 mm en 100 mm)”.
- b. “Medir dos diámetros en ángulo recto y descartar la probeta si difieren más de 2%”.

- c. “Pulir, esmerilar o capear los especímenes que no tengan sus extremos planos dentro de 0,05mm (Norma ASTM C617 o ASTM C1231)”.
- d. “Medir la longitud del espécimen de concreto con una precisión de 1 mm en tres lugares espaciados alrededor de la circunferencia”.
- e. “Si la determinación de la densidad no es requerida y si la relación $L/R < 1,8$ ó $> 2,2$ se debe medir la longitud del espécimen de concreto con una precisión de $0,05D$ ”.



Fuente: (ASTM C39, 2012)



G. Especímenes para ensayo

El ensayo se puede realizar con especímenes obtenidos en cualquiera de las siguientes condiciones:

- a) “Especímenes curados y moldeados, de acuerdo con la ASTM C31, de una muestra de concreto fresco” (Valencia & Ibarra, 2013, p.13).
- b) “Especímenes extraídos o aserrados de una estructura de concreto endurecido, de acuerdo con la ASTM C42” (Valencia & Ibarra, 2013, p.13).
- c) “Especímenes producidos con moldes de cilindros colocados in situ (embebidos en la estructura), de acuerdo con la ASTM C873” (Valencia & Ibarra, 2013, p.13).

H. Procedimiento de ensayo

En el caso de probetas cilíndricas, curadas y moldeadas, se pueden tener dimensiones de 6 x 12 o 4 x 8, el diámetro de la probeta a utilizar debe ser como mínimo 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado utilizado en la preparación del concreto . (Valencia & Ibarra, 2013, p.13)

“Según la ASTM C39 y la NTP 339.034 las probetas deben ser ensayadas tan pronto como sea práctico luego de ser retiradas de la condición de curado, es decir, se ensayarán en condiciones húmedas superficialmente secas” (Valencia & Ibarra, 2013, p.13).

“Medir el diámetro de la probeta con el micrómetro en dos posiciones que estén en ángulo recto entre sí, a la altura media de la misma, estos diámetros deben promediarse para poder calcular el área de la sección” (Valencia & Ibarra, 2013, p.13).

“Antes de colocar la probeta entre los cabezales de la máquina de ensayo, se limpiarán las caras de contacto de los bloques de acero, superior e inferior, y las de la probeta, evaluar si es conveniente aplicar refrentado” (Valencia & Ibarra, 2013, p.13). “Se alinearán los ejes de la probeta a ensayar con el centro de empuje de la máquina a manera de evitar excentricidades” (Valencia & Ibarra, 2013, p.13).

“Verificar que el indicador de carga de la maquina esté en cero, de no ser así se deberá ajustar” (Valencia & Ibarra, 2013, p.14). “Luego aplicar la carga de manera continua y uniforme, hasta el momento de la falla de la probeta, por último registrar el tipo de falla y la carga máxima soportada por la probeta antes de fracturarse” (Valencia & Ibarra, 2013, p.14). “Calcular la Resistencia a Compresión (R) dividiendo la carga máxima entre el área promedio de la sección” (Valencia & Ibarra, 2013, p.14).



Figura 11: Válvula de inyección de aceite.

Fuente: (ASTM C39, 2012).



Figura 12: Reporte de la falla.

Fuente: (ASTM C39, 2012).

I. Consideraciones en el ensayo

“Registrar como dato la edad de la probeta a ensayar, la cual es la diferencia entre la fecha de ensayo y la fecha de elaboración. Para la hora de ensayo considerar las siguientes tolerancias” (Valencia & Ibarra, 2013, p.14):

Tabla 4:

Tolerancia permisible para tiempo de curado y hora de ensayo.

EDAD	TOLERANCIA PERMISIBLE DE TIEMPO DE ENSAYO
24H00	± 0.5 h ó 2.1 %
3 días	2 h ó 2.8 %
7 días	6 h ó 3.6 %
28 días	20 h ó 3.0 %
90 días	2 días ó 2.2 %

Fuente: (ASTM C39, 2012).

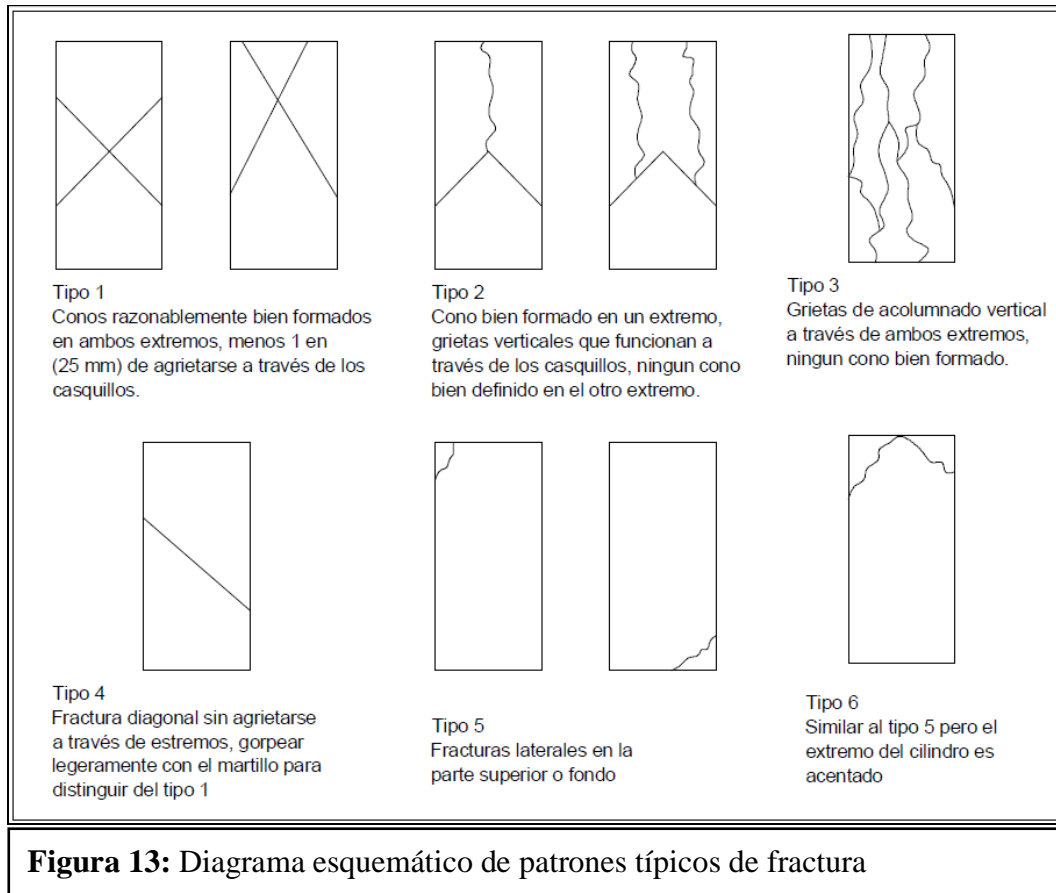
Tabla 5:

Rango aceptable en fuerza Individual de cilindros.

	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	RANGO ACEPTABLE EN FUERZA INDIVIDUAL DE CILINDROS	
6X12 pulg. (150X300mm)		2 Cilindros	3 Cilindros
Condiciones de laboratorio	2,40%	6,60%	7,80%
Condiciones de campo	2,90%	8,00%	9,50%
4X8 pulg. (100X200mm) Condiciones de laboratorio	3,20%	9%	10,60%

Fuente: (ASTM C39, 2012).

J. Fallas



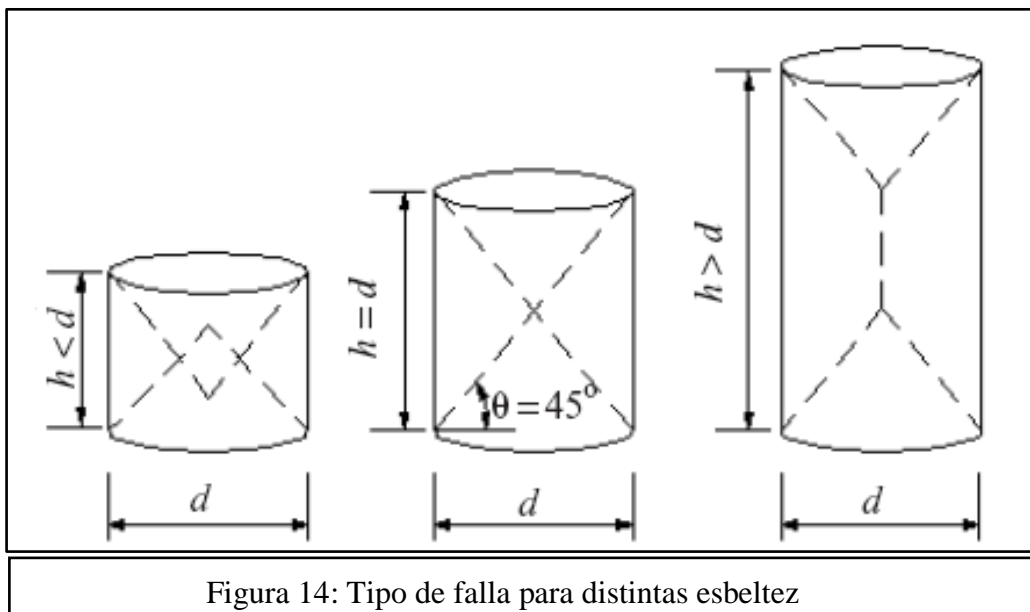
Fuente: (ASTM C39, 2012).

2.3.4. Fuerza de Fricción

El autor Aldana, Rafael (2008). En la tesis denominada “**ESTUDIO EXPERIMENTAL DE RESISTENCIAS A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN: CORRELACIÓN ENTRE RESULTADOS DE PROBETAS**” de la Universidad de Chile (Chile), menciona que:

“Cuando una probeta de hormigón es cargada uniaxialmente a la compresión, ésta tiende a expandirse lateralmente” (Aldana, 2008, p.12).

La influencia de esta fuerza de fricción en el tipo de falla dependerá directamente de la esbeltez de la probeta (razón altura/diámetro), en probetas de esbeltez igual a 1 se produce una falla por corte, mientras que en las de esbeltez igual a 2 se produce una falla por tracción . (Aldana, 2008, p.12)



Fuente: (Arboleda, 1969).

2.3.5. Conversiones Existentes

“Después de una recopilación se presentan 4 conversiones propuestas de resultados de probetas cúbicas y cilíndricas. Dentro de ellas tenemos a la

normativa existente en Chile, la Unión Europea y dos de ellas corresponden a estudio extranjeros” (Aldana, 2008, p.13).

2.3.5.1. Norma Chilena

La elección de la Norma Chilena como base de transformación y comparación en esta investigación, es debido a su ubicación, en el cinturón de fuego del Pacífico, Chile es considerado el segundo país sísmicamente más activo del mundo, tras Japón, y el cuarto más expuesto a sufrir daños mayores por catástrofes naturales, es por ello que dicha normativa se encuentra mas avanzada y con menos tolerancias respecto a diseños de concreto armado.

“En Chile, la norma que establece los criterios de transformación de resultados es la NCh170.Of1985, la cual se entrega en la **Tabla 6**” (Aldana, 2008, p.13). “La gran limitación de esta transformación es que considera valores de resistencia en probeta cúbica de 20 cm de arista sólo hasta los 600 kg/cm², lo que genera conflictos respecto a la transformación a utilizar para valores superiores a éste” (Norma Chilena, 1977). “Una forma de enfrentar esta limitación es extrapolando los resultados de la tabla” (Norma Chilena, 1977).

Tabla 6:

Transformación de resistencia – NCh 170.Of1985

Resistencia cúbica (kg/cm ²)	Resistencia cilíndrica (kg/cm ²)
50	40
100	80
150	120
200	160
250	200
300	250
350	300
400	350
450	400
500	450
550	500
600	550

Fuente: (Norma Chilena, 1977)

2.3.5.2. Norma Europea

“La norma europea, en el documento EN 206-1:2005. Concrete – Part 1 – Specification, performance, production and conformity, presenta una de las transformaciones más actuales” (Norma Europea, 2005).

“Esta norma muestra transformaciones hasta 1150 kg/cm², sin embargo, presenta la limitación que su probeta de referencia es el cubo de 15 cm de arista” (Norma Europea, 2005).

Otra de las características interesantes de esta norma es que define tres tipos de hormigón de acuerdo a su densidad: livianos, cuya densidad es menor a 2000 kg/m³, normales, cuya densidad

se encuentra entre 2000 y 2600 kg/m³ y pesados, cuya densidad es mayor a 2600 kg/m³ . (Norma Europea, 2005)

“Además, genera dos tablas de transformación de resultados, una para el hormigón liviano y otra para el hormigón normal y pesado, las cuales se presentan en la **Tabla 7**” (Norma Europea, 2005).

Tabla 7:

Transformaciones de resultado Norma EN 206-1:2005

Hormigón normal y pesado			Hormigón liviano		
Tipo de Hormigón	Resistencia cilíndrica	Resistencia Cúbica 15 cm	Tipo de Hormigón	Resistencia cilíndrica	Resistencia Cúbica 15 cm
	kg/cm ²	kg/cm ²		kg/cm ²	kg/cm ²
C8/10	80	100	LC8/9	80	90
C12/15	120	150	LC12/13	120	130
C16/20	160	200	LC16/18	160	180
C20/25	200	250	LC20/22	200	220
C25/30	250	300	LC25/28	250	280
C30/37	300	370	LC30/33	300	330
C35/45	350	450	LC35/38	350	380
C40/50	400	500	LC40/44	400	440
C45/55	450	550	LC45/50	450	500
C50/60	500	600	LC50/55	500	550
C55/67	550	670	LC55/60	550	600
C60/75	600	750	LC60/66	600	660
C70/85	700	850	LC70/77	700	770
C80/95	800	950	LC80/88	800	880
C90/105	900	1050			
C100/115	1000	1150			

Fuente: (Norma Europea, 2005).

2.3.5.3. Artículo: Aplicación del efecto del tamaño de resistencia a la compresión de los elementos de hormigón de los autores Jin-Keun Kim y Seong-Tae.

“En su artículo; *Application of size effect to compressive strength* estos autores proponen la siguiente ecuación para predecir el resultado del ensayo a compresión de probetas cilíndricas de hormigón, considerando como valor de referencia la resistencia característica” (Jin-Keun Kim y Seong-Tae Yi, 2002).

Ecuación 1:

Cálculo de la Resistencia Cilíndrica a compresión

$$f_0 = \frac{0.4 \times f'_c}{[1 + (h - d/50)]^{1/2} + 0.8 \times f'_c}$$

Donde:

f_0 : es la resistencia del cilindro a compresión en MPa

f'_c : es la resistencia característica a compresión en MPa

h : es la altura del cilindro en mm

d : es el diámetro del cilindro en mm

Para el caso particular de $h = 2d$, se obtiene:

Ecuación 2:

Resistencia Cilíndrica

$$f_0 = f'_c$$

Y para el caso particular de $h = d$, se obtiene:

Ecuación 3:

Resistencia Cúbica

$$f_0 = 1.2 \times f'_c$$

“De las ecuaciones 2 y 3 se puede decir que el caso de esbeltez 2 ($h = 2d$) corresponde al 100% de la resistencia característica y que el caso de la esbeltez 1 ($h = d$) corresponde al 120% de la resistencia característica” (Jin-Keun Kim y Seong-Tae Yi, 2002).

“Considerando que la diferencia entre el resultado de cubos y cilindros no dependería de la geometría de la probeta sino de su esbeltez, se podría utilizar la fórmula propuesta por estos autores para transformar de probeta cilíndrica a cúbica y decir que” (Jin-Keun Kim y Seong-Tae Yi, 2002).

Ecuación 4:

Resistencia Cúbica con respecto a Resistencia Cilíndrica

$$f_{cúb} = 1.20 \times f_{cil}$$

Es decir el f_{cub} (resistencia a compresión de un concreto convencional utilizando probetas cúbicas) excede en un 20% a la resistencia a compresión calculada utilizando muestras cilíndricas.

2.3.5.4. Manual de Concreto – Estados Unidos

“Este manual, editado en el año 1975 por el Ministerio del Interior de Estados Unidos, entrega información de ingeniería y propone métodos y procedimientos para administrar especificaciones técnicas y contratos de obras de hormigón. “En particular, en el anexo 33 entrega un gráfico de conversión de resultados de resistencias cilíndricas a compresión considerando como referencia el cilindro de esbeltez 2” (U.S. Concrete Manual, 1975). (ejemplo $h = 20$ cm y $d = 10$ cm). (Fig. 16).

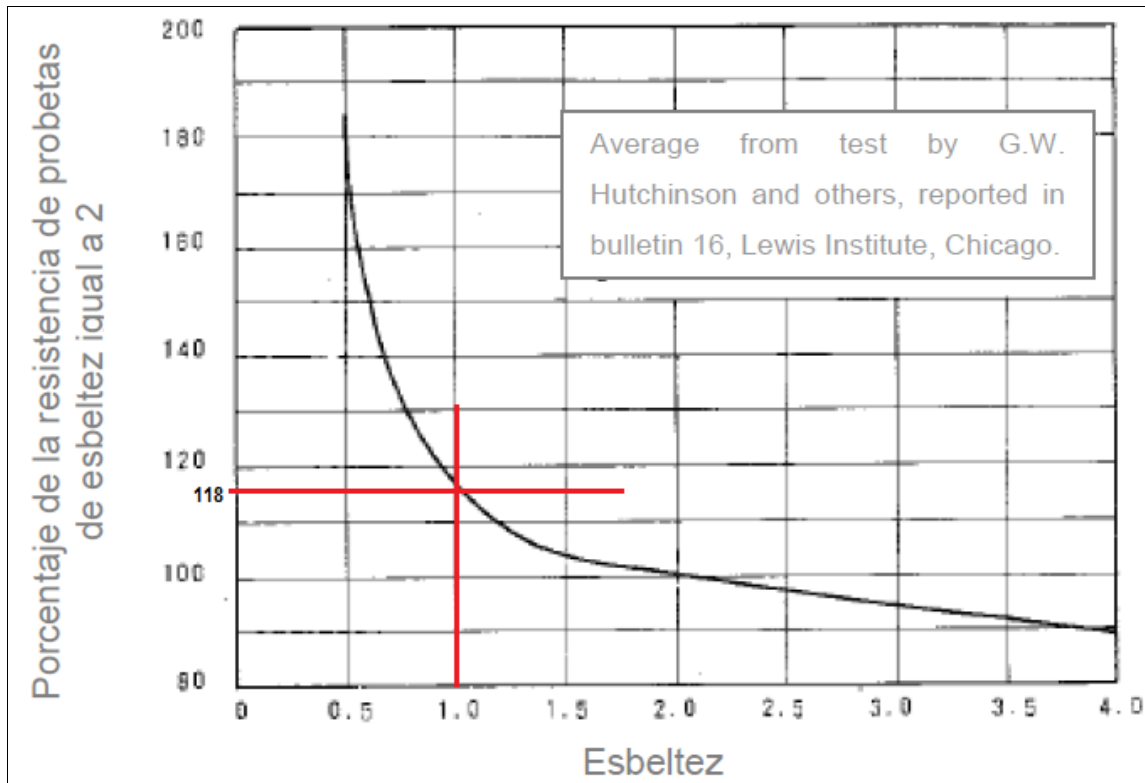


Figura 15: Gráfico de Conversión de Resultados

Fuente: (U.S. Concrete Manual, 1975).

“Considerando este gráfico, se puede obtener que la resistencia de una probeta de esbeltez 1 sea igual a 1,18 veces la de esbeltez 2” (U.S. Concrete Manual, 1975).

“Además, si se considera que el resultado no depende de la geometría de la probeta, se podría extrapolar esta conversión para probetas cúbicas de 20 cm de arista y probetas cilíndricas de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura, es decir” (U.S. Concrete Manual, 1975)

Ecuación N°5:

Resistencia Cúbica con respecto a Resistencia Cilíndrica - USA

$$f_{cúb} = 1.18 \times f_{cil}$$

“Cabe destacar, que este manual fue editado en el año 1975 y en consecuencia ignora los avances, tanto en la confección como en el ensayo del hormigón, de los últimos 41 años” (U.S. Concrete Manual, 1975)

2.4. Base Científica

2.4.1. Normas Técnicas

Norma Técnica Peruana (NTP)

La Norma Técnica es una herramienta indispensable para la competitividad en la industria de la construcción por que garantizan a través de su aplicación, los requisitos de calidad, los métodos de ensayos normalizados para satisfacer las expectativas de los consumidores y asegurar la formalidad del mercado. El concreto en el Perú es uno de los productos con mayor número de normas que tienen inicio con el proceso de normalización. Para este trabajo de investigación, es importante conocer las Normas Técnicas Peruanas de Agregados y Concretos, sus especificaciones y ensayos, con la finalidad de dar a conocer los requisitos de calidad vigentes

AGREGADOS FINOS Y GRUESOS: ENSAYOS

1. NTP 400.012; 2013. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global
2. NTP 400.017; 2011. AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado
3. NTP 400.022; 2013. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino
4. NTP 400.021; 2002. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso

RESISTENCIA: ENSAYOS

5. NTP 339.034; 2008. (CONCRETO). Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto
6. NTP 339.035; 2009. (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams

CURADO DE ESPECÍMENES

7. NTP 339.183; 2009. (CONCRETO). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio

SOCIEDAD AMERICANA DE PARA PRUEBAS Y MATERIALES (ASTM)

8. ASTM C39 (ENSAYOS AL CONCRETO). Esfuerzo de compresión en especímenes cilíndrico de concreto
9. ASTM C31 (ENSAYOS AL CONCRETO). Fabricación y curado de especímenes de concreto en obra
10. ASTM C192 (ENSAYOS AL CONCRETO). Fabricación y curado de especímenes de concreto en laboratorio

Norma Chilena (NCh)

Norma nacional que ha sido estudiada de acuerdo al procedimiento descrito en NCh, son aquellas elaboradas y aprobadas por el Instituto Nacional de Normalización – INN, por estar mencionadas en el Decreto Supremo N° 47 del MINVU - Ordenanza General de Urbanismos y Construcciones, o en el Decreto Supremo N°10 del MINVU, que crea el Registro Oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de Construcción. Siguiendo el criterio de OMC, las Normas Chilenas son de carácter voluntario

Normas Chilenas – Área F: Construcción (NCh)

11. NCh1017.EOf 1975 (HORMIGÓN Y MORTERO). Hormigón – Confección y curado en obra de probetas para ensayos de compresión y tracción
12. NCh1018.EOf 2009 (HORMIGÓN Y MORTERO). Hormigón – Preparación de mezclas para ensayos en Laboratorio
13. NCh1037.EOf 2009 (HORMIGÓN Y MORTERO). Hormigón – Ensayo de compresión de probetas cúbicas y cilíndricas

2.5. Definición de términos básicos

1. “**ACI:** American Concrete Institute (Instituto Americano del Concreto). Es una organización de Estados Unidos de América que publica normas y recomendaciones técnicas con referencia al concreto reforzado” (Sánchez, 2015).
2. “**Adherencia:** unión física que resulta de haberse fusionado un material con otra. Lo usamos para referirnos a la unión del concreto con el acero” (Méndez, 2012).
3. “**Aglomerante o conglomerante:** Materiales que, en estado pastoso y con consistencia variable, tienen la propiedad de poderse moldear, de adherirse fácilmente a otros materiales, de unirlos entre sí, protegerlos, endurecerse y alcanzar resistencias mecánicas considerables” (Méndez, 2012).
4. “**Agregados:** Es el conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas en la NTP 400.011. Los agregados son la parte inerte del concreto empleado con un medio cementante para formar el concreto” (Céspedes, 2003).
5. “**Agregados finos:** Consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pasan la malla N° 4 (4.75 mm)” (Céspedes, 2003).

6. “**Agregados gruesos:** Consisten en grava o agregado triturado y son aquellas partículas retenidas en la malla No. 4 (4.75 mm)” (Céspedes, 2003).
7. “**Análisis granulométrico o mecánico:** Procedimiento para determinar la granulometría de un material o la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños” (Onofre & Vera, 2014).
8. “**ASTM:** American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales)” (Méndez, 2012).
9. “**Compresión:** Es la resultante de las tensiones o presiones que existe dentro de un sólido deformable o medio continuo, caracterizada porque tiende a una reducción de volumen del cuerpo, y a un acortamiento del cuerpo en determinada dirección” (Prado, 2014).
10. “**Curado del concreto:** Tratamiento que se da al concreto después de su colocación manteniendo húmedas sus superficies, lo cual impide la rápida evaporación del agua de amasado. Esta tarea suaviza la retracción del material y evita su agrietamiento por un secado brusca” (Rodríguez, 2015).
11. “**Diseño de mezcla de concreto:** Proceso que consiste en calcular las proporciones de los elementos que forman el concreto, con el fin de obtener los mejores resultados” (Rodríguez, 2015).
12. “**Durabilidad:** Habilidad para resistir la acción del intemperismo, el ataque químico, la abrasión, o cualquier otro proceso o condición de servicio de las estructuras, que produzca deterioro del concreto” (Rodríguez, 2015).
13. “**Ensayo de compresión:** Ensayo para determinar la resistencia de un material o su deformación ante un esfuerzo de compresión” (Rodríguez, 2015).
14. “**Flexión:** En ingeniería se denomina flexión al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal. El término *alargado* se aplica cuando una dimensión es dominante frente a las otras” (Rabinovich & Muñoz, 2012).

- 15. “Fraguado:** Proceso físico – químico por medio del cual un Conglomerante (cal, cemento, yeso u otras masas) se endurece” (Rodríguez, 2015).
- 16. “Humedad Superficial:** o agua libre a la diferencia entre los estados saturado o húmedo y el estado saturado superficialmente seco. Es aquella con la que contribuirá el agregado al agua de la mezcla” (Requena, 2015).
- 17. “Hidratación:** Reacción físico - química que se produce al mezclar una sustancia con el agua, dando lugar a nuevas sustancias y compuestos” (Rodríguez, 2015).
- 18. “Impermeabilidad:** Propiedad de ciertos materiales de impedir la penetración de agua u otros líquidos” (Rodríguez, 2015).
- 19. NCh:** Norma Chilena.
- 20. NTP:** Norma Técnica Peruana.
- 21. Peso específico:** es el peso entre el volumen sin vacío.
- 22. Peso unitario:** es el peso entre el volumen considerando los vacíos.
- 23. “Probeta o testigo:** Muestra de cualquier material o sustancia para probar su elasticidad, resistencia, etc.” (Rodríguez, 2015).
- 24. Resistencia:** Capacidad de un material de presentar oposición, en mayor o menor grado, frente a las fuerzas aplicadas sobre el mismo, sin sufrir deformaciones o rotura.
- 25. Resistencia a la compresión:** máxima presión que resiste un elemento de concreto después de 28 días de vaciado antes de romperse. Se expresa en kg/cm^2 . Y se designa con el símbolo $f'c$ en los planos. El concreto para una casa debe ser 175kg/cm^2 .
- 26. Retracción:** Es el acortamiento del concreto que tiene lugar durante el fraguado. El concreto se contrae cuando pierde humedad por evaporación. Este fenómeno se puede observar fácilmente cuando un concreto seco tiene grietas en su superficie.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de la Investigación

3.1.1. Tipo de Investigación:

“La investigación fue Cuantitativa, ya que se realizaron procesos de recolección y análisis de datos a fin de dar respuesta a las interrogantes planteadas durante la investigación y se probó la hipótesis”. (Ayasta J., Sotomayor G., Chanduví R., y Otros, 2015)

3.1.2. Diseño de la Investigación:

“El diseño de la Investigación que se utilizó es el Experimental, ya que se realizaron ensayo de los materiales, que se emplearon para la fabricación del concreto convencional, en el laboratorio de Suelos y Pavimentos de la Universidad Señor de Sipán”. (Ayasta J., Sotomayor G., Chanduví R., y Otros, 2015)

3.2. Población y Muestra

3.2.1. Población:

La población destinada para esta investigación serán el conjunto de cilindros de concreto (testigos) ensayadas según NTP 339.034:2008 equivalente al ASTM C-39 y el conjunto de cubos de concreto (testigos) ensayadas según NCh 1037EOf.1977

3.2.2. Muestra:

El número de muestras para esta investigación estará determinado por las siguientes variables:

- a) Resistencia de diseño del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$.
- b) Tamaño máximo nominal del agregado grueso: 3/4" y 1/2".
- c) Tiempo de rotura del espécimen de concreto 7, 14 y 28 días.

Por lo tanto se elaboró un TOTAL de **107 probetas**, 54 probetas con TMN 3/4" y 54 probetas con TMN 1/2", distribuidas de la siguiente manera:

Tabla 8:

Distribución de Muestras Cilíndricas a ensayar

	PROBETAS CILÍNDRICAS		
	f'c=210 kg/cm²	f'c=280 kg/cm²	f'c=350 kg/cm²
	c/ Curado	c/ Curado	c/ Curado
7 días	3	3	3
14 días	3	3	3
28 días	3	3	3
SUBTOTAL	9 unid	9 unid	9 unid

Fuente: Elaboración propia

Siendo un subtotal de Muestras Cilíndricas de 27 unid.

Tabla 9:

Distribución de Muestras Cúbicas a ensayar

	PROBETAS CÚBICAS		
	f'c=210 kg/cm²	f'c=280 kg/cm²	f'c=350 kg/cm²
	c/ Curado	c/ Curado	c/ Curado
7 días	3	3	3
14 días	3	3	3
28 días	3	3	3
SUBTOTAL	9 unid	9 unid	9 unid

Fuente: Elaboración propia

Siendo un subtotal de Muestras Cúbicas de 27 unid.

3.3. Hipótesis

Las muestras cúbicas de concreto convencional obtendrán mayor resistencia a compresión respecto a muestras cilíndricas.

3.4. Variables

3.4.1. Variables Independientes

- a) Concreto Convencional.

3.4.2. Variables Dependientes

- b) Resistencia a compresión del concreto (kg/cm^2).

3.4.3. Variables Intervinientes

- c) Fracturación de las probetas.
- d) Resistencia de diseño del Concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- e) Resistencia de diseño del Concreto $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- f) Resistencia de diseño del Concreto $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$

Operacionalización

Tabla N° 10:

Cuadro de Operacionalización de la Variable Independiente

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	SUBÍNDICES	ÍNDICE	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE							
Concreto Convencional	Composición	Cemento	C. Pacasmayo Extra Forte	Kg	Observación	Guía de observación	Recolección de datos
		Agregados	A. Fino	< 4.75 mm	Observación	Guía de observación	Juego de Tamices
			A. Grueso	≥ 4.75 mm	Observación	Guía de observación	Juego de Tamices
		Agua	Agua Potable	lts.	Observación	Guía de observación	Recolección de datos y muestreo
	Normativa	NTP 339.183, 2009	Esfuerzo de Compresión	---	Análisis de Documentos	Guía de Análisis Documental	
		NTP 339.034	Elab. y curado de espec. cilíndricos	---	Análisis de Documentos.	Guía de Análisis Documental	
					Entrevista	Cuestionario	
		NCh1018.EOf 1975	Elab. y curado de prob. en Laborat.	---	Análisis de Documentos	Guía de Análisis Documental	
	NCh1037.EOf 1977	Ensayo de compresión prob. cilíndricas y cúb.	---	Análisis de Documentos	Guía de Análisis Documental		

Fuente: Esquema de proyecto cuantitativo. Dirección de investigación de la USS

Tabla N° 11: Cuadro de Operacionalización de la Variable Dependiente

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	SUBINDICES	INDICE	TECNICAS DE RECOLECCION DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
DEPENDIENTE							
Resistencia a Compresión del Concreto	Resistencia a compresión de Probetas Cilíndricas	Carga	C. Aplicable	KN	Observación	Guía de observación	Máquina de Ensayo
		Área	Diámetro	mm	Observación	Guía de observación	Recolección de datos
		Altura	-----	mm	Observación	Guía de observación	Recolección de datos
	Resistencia a compresión de Probetas Cúbicas	Carga	C. Aplicable	KN	Observación	Guía de observación	Máquina de Ensayo
		Área	Sección	mm ²	Observación	Guía de observación	Recolección de datos
		Altura	-----	mm	Observación	Guía de observación	Recolección de datos

Fuente: Esquema de proyecto cuantitativo. Dirección de Investigación de la USS

3.5. Método, técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Métodos de Investigación

Deductivo:

“Se inferirá una hipótesis a partir de los indicadores ya planteados en las tablas de operacionalización obteniendo conclusiones”. (Ayasta J., Sotomayor G., Chanduví R., y Otros, 2015)

Inductivo:

“Una vez identificados los componentes e indicadores se observará y registrará cada resultado obtenido de los ensayos en laboratorio”. (Ayasta J., Sotomayor G., Chanduví R., y Otros, 2015)

Análisis:

“Luego se analizarán y establecerán parámetros que permitirán una adecuada comparación entre ambas probetas”. (Ayasta J., Sotomayor G., Chanduví R., y Otros, 2015)

3.5.2. Técnicas de recolección de datos

Observación:

“Se puso vital atención al efecto que puede generar el cambio de forma del espécimen en relación al ensayo de resistencia a compresión del concreto, posteriormente se anotaron los resultado previos y todos aquellos que surgieron durante el ensayo y elaboración de las probetas”. (Ayasta J., Sotomayor G., Chanduví R., y Otros, 2015)

Análisis de Documentos:

“Se tuvo en cuenta revistas, publicaciones, artículos, tesis y libros, físicos y virtuales, también se revisó la normativa Peruana y Chilena relacionadas con la investigación”. (Ayasta J., Sotomayor G., Chanduví R., y Otros, 2015)

3.5.3. Instrumentos de recolección de datos

Guía de observación

“Se realizará mediante los diferentes formatos para cada tipo de ensayo”. (Ayasta J., Sotomayor G., Chanduví R., y Otros, 2015)

Formatos que fueron proporcionados por el Laboratorio de USS. Se emplearán los siguientes formatos:

- a) Formato para ensayo granulométrico de agregados
- b) Formato para ensayo de contenido de humedad de agregados
- c) Formato para ensayo de absorción de los agregados
- d) Formato para ensayo de peso unitario de los agregados
- e) Formato para ensayo de peso específico de agregados
- f) Formato para anotar la resistencia mecánica de las probetas

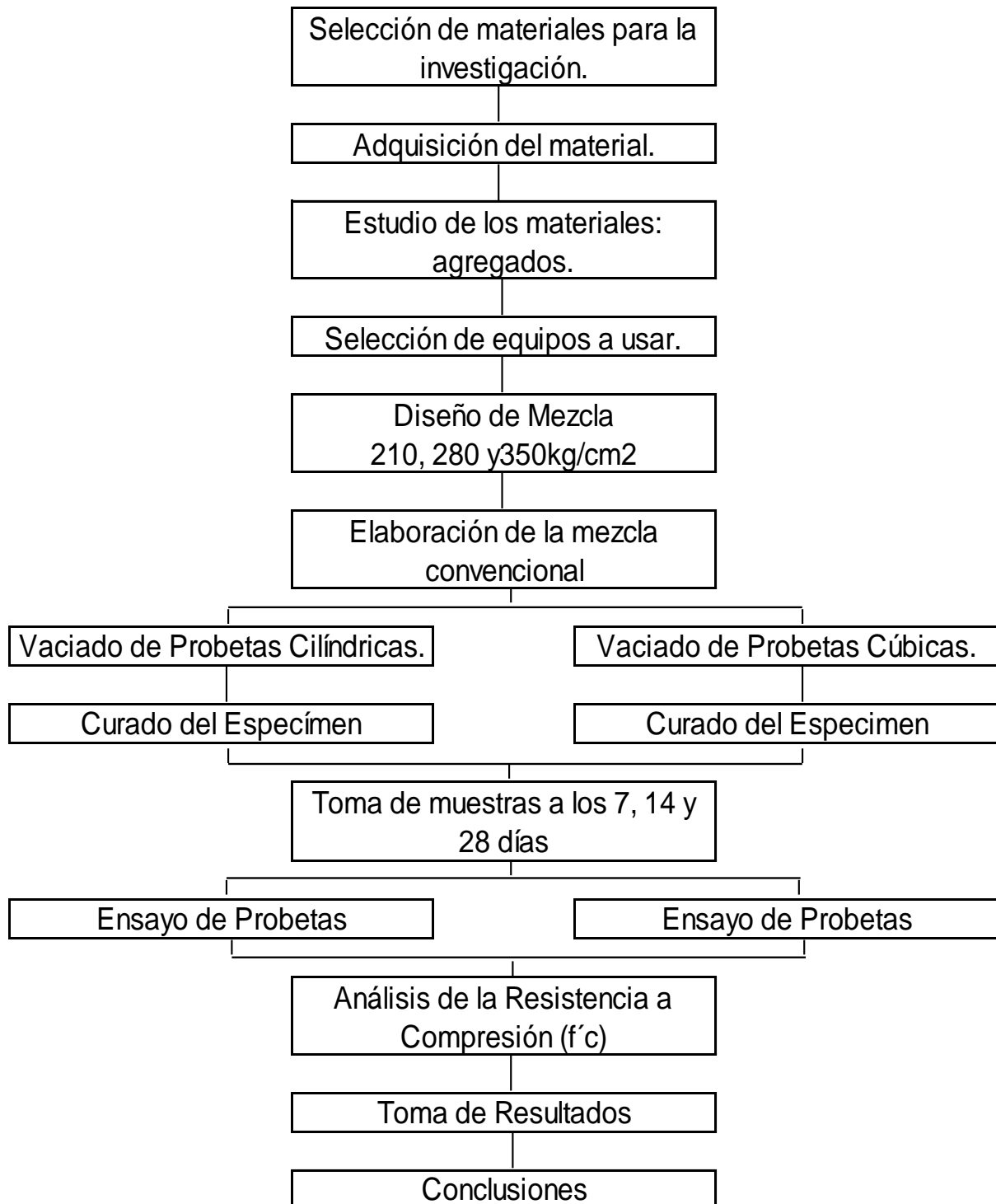
(Ver **ANEXO N°1**)

Guía de análisis de documentos

“Se revisaron normas técnicas; peruanas y chilenas, que facilitaron el desarrollo de la investigación”. (Ayasta J., Sotomayor G., Chanduví R., y Otros, 2015)

3.6. Procedimiento para la recolección de datos

3.6.1. Diagrama de Flujo de Proceso



Fuente: Elaboración propia

3.6.2. Descripción de los Procesos

1. Selección de materiales para la investigación

Se elegirá materiales aptos para el uso, libres de impurezas, de partículas orgánicas, los agregados serán de canteras próximas a Chiclayo, el cemento será Pacasmayo Extra Forte

2. Adquisición del Material

Consiste en la obtención de la materia prima necesaria para el desarrollo de la presente investigación. Referido básicamente a la adquisición o compra de los agregados y el cemento necesarios para la elaboración del concreto convencional que conformará las probetas, agregados que serán elegidos según las propiedades granulométricas establecidos por la NTP 400.012; 2013

3. Estudio de los materiales: Agregados

Se realizará todo los ensayos en laboratorio, el número de ellos será determinado por su papel en le mezcla, los materiales serán el agregado grueso, el agregado fino todo según las Norma Técnica Peruana, el Reglamento Nacional de Edificaciones y ASTM

3.1. Análisis granulométrico del Agregado Fino, Grueso y Global (NTP 400.012; 2001) (ASTM C-136))

“Este método cubre la determinación de la distribución por tamaño de las partículas de agregado fino y grueso mediante tamizado” (UNICON, s.f.). “Una muestra de agregado seco, de masa conocida, es separada a través de una serie de tamices que van progresivamente de una abertura mayor a una menor, para determinar la distribución del tamaño de las partículas” (UNICON, s.f.).

El muestreo:

1. *Agregado Fino*: el tamaño de la muestra de ensayo, después del secado, será mínimo de 300 gr.
2. *Agregado Grueso*: el tamaño de la muestra de ensayo estará conforme la siguiente tabla:

Tabla 12:

Muestra de Agregados para Ensayo

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL, ABERTURAS CUADRADAS, mm (pulg.)	TAMAÑO DE LA MUESTRA DE ENSAYO, MÍNIMA, kg (lb)
9.5 (3/8)	1 (2)
12.5 (1/2)	2 (4)
19.0 (3/4)	5 (11)
25.0 (1)	10 (22)
37.5 (1 ½)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 ½)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 ½)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

Fuente: (ASTM C39, 2012).

Procedimiento.-

1. Secar la muestra hasta masa constante a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.
2. Colocar apropiadamente los tamices en orden decreciente de tamaño.
3. Colocar la muestra desde la parte superior de los tamices.
4. Agitar los tamices con la mano o por medios mecánicos.
5. No cargar excesivamente ningún tamiz individualmente.



Figura 16: Colocar las muestras desde la parte superior

Fuente: (ASTM C39, 2012).

4. Selección del equipo a usar

El equipo, fundamental, que se usará a lo largo del desarrollo de la investigación será Equipo de Resistencia a Compresión, normalizado en ASTM E4 y ASTM C39, la cual nos brindará los resultados solicitados por la norma



Figura 17: Equipo para determinar la Resistencia a compresión

Fuente: (ASTM C39, 2012).

5. Diseño de mezclas 210, 280 y 350 kg/cm²

Una vez conocidas las propiedades de los materiales, agregado fino y grueso, se realizarán los tres diseños de mezclas para cada tipo de espécimen de concreto convencional

Diseño de Mezclas – Método del ACI

Los pasos son los siguientes:

1. Recaudar el siguiente conjunto de información
 - a. De los agregados: peso específico, absorción, humedad, peso unitario, granulometría, módulo de finura
 - b. Del PET (Polietileno): peso específico, absorción, humedad, peso unitario, granulometría, módulo de finura
 - c. Del cemento: tipo peso específico, peso unitario
 - d. Del elemento a vaciar: tamaño y forma de las estructuras
 - e. Resistencia a la compresión: especificada y requerida
 - f. Resistencia a la Flexión: especificada y requerida
 - g. Condiciones ambientales durante el vaciado

2. Determinar la resistencia requerida

Esta resistencia va estar en función a la experiencia del diseñador o la disponibilidad de información que tenga el mismo, pero siempre vamos a tener que diseñar para algo más de resistencia de tal manera que solo un pequeño porcentaje de las muestras (normalmente el 1%, según el ACI) puedan tener resistencias inferiores a la especificada, como se muestra en la siguiente figura:

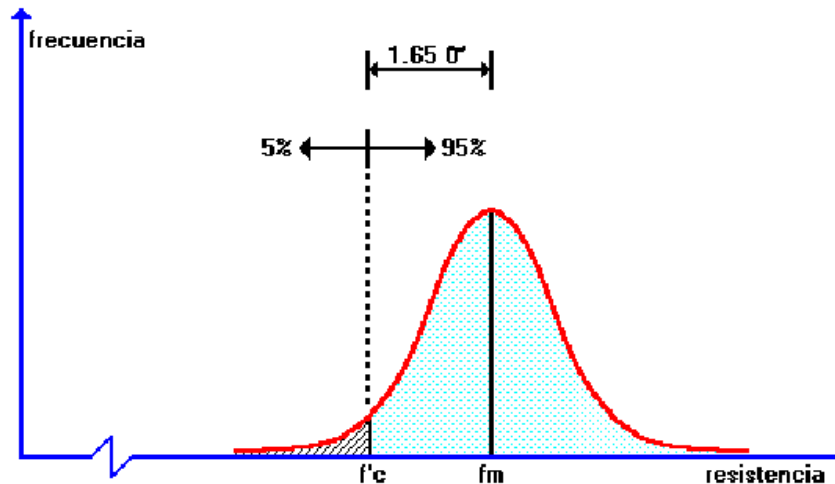


Figura 18: Determinación de la resistencia requerida.

Fuente: (Comite ACI, 1999).

El comité ACI 318 - 99 muestra tres posibles casos que se podrían presentar al tratar de calcular la resistencia requerida f'_{cr} .

Caso 1: si se contarán con datos estadísticos de producción en obra.

Caso 2: no contamos con suficientes (entre 15 y 30 resultados).

Caso 3: con escasos (menos de 15 ensayos) o ningún dato estadístico.

Para esta investigación no se cuenta con ningún dato estadístico.

Por lo tanto utilizaremos para el diseño de mezclas el caso 3

3. Seleccionar el tamaño máximo nominal del agregado grueso (TNM)

La mayoría de veces son las características geométricas y las condiciones de refuerzo de las estructuras las que limitan el tamaño máximo del agregado que pueden utilizarse, pero a la vez existen también consideraciones a tomar en cuenta como la producción, el transporte y la colocación del concreto que también pueden influir en limitarlo

El TNM del agregado grueso no deberá ser mayor de:

- a. $1/5$ de la menor dimensión entre las caras de encofrados
- b. $3/4$ del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, torones o ductos de pre-esfuerzo
- c. $1/3$ del peralte de las losas

Estas limitaciones a menudo evitan si la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto puede colocarse sin dejar zonas o vacíos en forma de panel.

4. Selección del asentamiento

Si el asentamiento no se encuentra especificado entonces se puede partir con valores indicados por la norma

5. Determinación del contenido de aire

“El ACI 211 establece una Tabla que proporciona aproximadamente el porcentaje de contenido de aire atrapado en una mezcla de concreto en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso” (Rodríguez, 2015). “Existe Tabla N° 15 que indica la cantidad aproximada de contenido de aire atrapado que se espera encontrar en concretos sin aire incluido” (Álvarez, 2014). “En el caso del contenido de aire incorporado también presenta una Tabla N° 16 indicando valores aproximados en función además de las condiciones de exposición, suave, moderada y severa” (Álvarez, 2014).

6. Determinación del Volumen de agua

“La cantidad de agua (por volumen unitario de concreto) que se requiere para producir un asentamiento dado, depende del tamaño máximo de agregado, de la forma de las partículas y gradación de los agregados y de la cantidad de aire incluido” (Robles, 2015).

7. Seleccionar la relación agua/cemento

“La relación a/c requerida se determina no solo por los requisitos de resistencia, sino también por los factores como la durabilidad y propiedades para el acabado” (Moreno, 2013). “Puesto que distintos agregados y cementos producen generalmente resistencias diferentes con la misma relación a/c, es muy conveniente conocer o desarrollar la relación entre la resistencia y la relación a/c de los materiales que se usarán realmente” (Moreno, 2013).

8. Cálculo del contenido de cemento

“Se obtiene dividiendo los valores hallados en los pasos (6) / (7)” (Moreno, 2013).

9. Cálculo de los pesos de los agregados.

“Está en función del método de diseño específico a emplear o basado puntualmente en alguna teoría de combinación de agregados” (Moreno, 2013).

10. Presentar el diseño de mezcla en condiciones secas.

a. “Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto” (Moreno, 2013).

b. “Módulo de fineza de la combinación de agregados” (Moreno, 2013).

11. Corrección por humedad del diseño de mezcla en estado seco

“Hay que tener en cuenta la humedad de los agregados para pesarlos correctamente. Generalmente los agregados están húmedos y a su peso seco debe sumarse el peso del agua que contienen, tanto absorbida como superficial” (Rodríguez, 2015).

“Ensayo del concreto en Estado Fresco: Como en esta investigación se está diseñando o calculando numéricamente los volúmenes necesarios para distintas resistencias a compresión, se requiere hacer una adecuada medición del asentamiento de nuestra mezcla” (Rodríguez, 2015).

c. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland (NTP 339.035;2009) (ASTM C 143)

Alcance

“El método cubre la determinación del asentamiento del concreto fresco tanto en el laboratorio como en el campo. Consiste en colocar una muestra de concreto fresco recién mezclado (se compacta por varillado) dentro de un molde en forma de cono truncado” (Velasteguí, 2012). “El molde se levanta, y se deja que el hormigón se desplome. Se mide la distancia vertical al centro desplazado y se registra el valor del asentamiento del concreto” (Velasteguí, 2012). “Este ensayo es aplicable al concreto plástico preparado con agregado grueso de hasta 1 ½ pulgada (37,5 mm) de tamaño máximo nominal” (Velasteguí, 2012). “Si el agregado grueso es mayor de 1 ½ pulgada (37,5 mm) el método de prueba se aplica a la fracción de hormigón que pasa la malla de 1 ½ pulgada (37,5 mm) de acuerdo con ASTM C 172” (Velasteguí, 2012).

“El método no es aplicable a los hormigones no plásticos que tiene un asentamiento menor a ½ pulg. (15mm) y no cohesivos con asentamiento mayor a 9 pulg. (230mm)” (Velasteguí, 2012).

Procedimiento

- a. “Humedecer el molde y el piso o placa base, ejecutar sobre una superficie rígida no absorbente” (Velasteguí, 2012).

- b. “Apoyar firmemente el molde sobre la base colocando y presionando con los dos pies los estribos del molde. Por ningún motivo debe moverse los pies durante el llenado del molde” (Velasateguí, 2012).
- c. “Llenar el molde en tres capas, de modo que cada capa ocupe la tercera parte del volumen del molde” (Velasateguí, 2012).

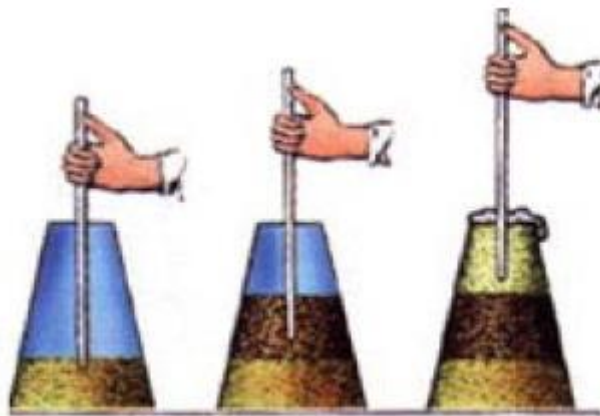


Figura 19: Llenado del molde

Fuente: (Comite ACI, 1999)

- d. “Compactar cada capa en toda su profundidad con 25 penetraciones de la varilla, distribuyendo las penetraciones en toda la superficie de cada capa” (Velasateguí, 2012).
- e. “Compactar la segunda y tercera capa penetrando la capa anterior 25 mm. (1 pulgada) y varillar desde cerca del perímetro y continuar progresivamente en forma espiral hacia el centro del molde” (Velasateguí, 2012).
- f. “Cuando compacte la última capa, mantener un excedente de hormigón sobre el molde antes de comenzar el varillado, si el concreto es insuficiente detener el varillado y colocar una cantidad representativa para mantener un exceso de concreto sobre el molde todo el tiempo” (Velasateguí, 2012).
- g. “Enrasar el hormigón rodando la varilla de compactación sobre el borde superior del molde” (Velasateguí, 2012).

- h. “Levantar el molde cuidadosamente en dirección vertical de un solo movimiento sin giros. En un tiempo de 5 a 10 segundos” (Velasteguí, 2012).

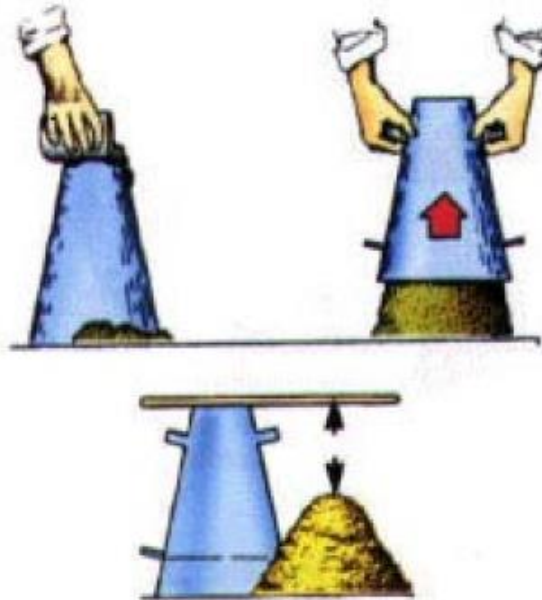


Figura 20: Manipulación del Cono, al realizar la prueba.

Fuente: (Comite ACI, 1999).

- i. “Medir el asentamiento determinado por la diferencia entre la altura del molde y la del centro de la cara superior del cono deformado” (Velasteguí, 2012).
- j. “Ejecute la prueba, desde su inicio hasta el final sin interrupciones en no más de 2.5 minutos” (Velasteguí, 2012). “Si al levantar el cono se produce una falla por corte, es necesario descartar la prueba y realizar el ensayo con una nueva porción de mezcla, si la falla se repite, es posible que el hormigón no tenga la plasticidad necesaria o sea cohesiva para aplicar este ensayo de revenimiento” (Velasteguí, 2012).

6. Elaboración de la mezcla Convencional

Una vez calculado los volúmenes o pesos necesarios de cada diseño de mezcla, diseñadas para obtener las resistencias a compresión de 210 kg/cm^2 , 280 kg/cm^2 y 350 kg/cm^2 , se procederá al mezclado de los

materiales (agregados fino, agregado grueso, cemento y agua) con el uso de una mezcladora de 9m³ de capacidad

7. Vaciado de Probetas

Obtenida la mezcla, se procede al llenado en probetas cilíndricas de 10 cm. de diámetro y 20 cm., y probetas cúbicas de 20 cm. (8") de lado, dicho proceso se hará bajo la normativa anteriormente nombrada

8. Curado del Especímen de concreto

Se tomaré en cuenta las recomendaciones de la norma ASTM C192, para probetas curadas en laboratorio, para cada diseño de mezcla (03 en total) se tiene un total de 9 probetas, todas sin excepción, estarán sumergidas en laboratorio. También se tomó en cuenta la norma NCh 1018 EOf.1975 HORMIGÓN – Preparación de mezclas para ensayos en laboratorio y NCh 1017 EOf.1975 HORMIGÓN – Confección en obra y curado de probetas para ensayo de compresión, tracción por flexión y por hendimiento

9. Ensayos de Probetas, cilíndricas y cúbicas.

Se procederá a romper los especímenes de concreto a las edades de 7, 14 y 28 días de haber sido sumergidas en laboratorio para su respectivo curado.

Método de ensayo normalizado para la determinación de la Resistencia a Compresión del concreto, muestras cilíndricas (NTP 339.034;2008) (ASTM C 143)

Alcance

“El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla” (Patasca & Tafur, 2013). “La resistencia a la compresión de la probeta es calculada

por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección recta de la probeta” (Patasca & Tafur, 2013).

Se deberá tener cuidado en la interpretación del significado de las determinaciones de resistencias a la compresión por este método de ensayo considerando que los valores obtenidos dependerán del tamaño y forma de la probeta, tanda, proceso de mezclado, método de muestreo, moldeo y elaboración, edad, temperatura y condiciones de humedad durante el curado . (Patasca & Tafur, 2013)

“Los resultados de este método de ensayo son usados como una referencia para el control de calidad del concreto, proporciones, mezclado y operaciones de colocación; determinación del cumplimiento con las especificaciones; control para la evaluación de la efectividad de los aditivos; y usos similares” (Patasca & Tafur, 2013). “El personal que ensaya los cilindros de concreto deberá cumplir los requisitos técnicos requeridos, incluyendo un examen de desarrollo del ensayo evaluado por un examinador independiente” (Patasca & Tafur, 2013).

APARATOS

Máquina de ensayo: La máquina de ensayo será de capacidad conveniente suficiente y capaz de proveer una velocidad de carga continuamente y sin detenimiento. La verificación de la calibración de las máquinas de ensayo de conformidad con la ASTM E 4, excepto que el rango de verificación de la carga será como lo indicado. La verificación requerida será bajo las siguientes condiciones: Al menos anualmente, pero no debe exceder los 13 meses

Sobre una instalación original o inmediatamente después de una reubicación. Inmediatamente después de reparaciones o ajustes que afectan la operación del sistema de aplicación de fuerzas o los valores mostrados sobre el sistema de indicación de carga, excepto por ajuste

de cero que es compensado por los bloques de ensayo o la probeta o ambos, o cuando haya razón para dudar de la aproximación de las cargas indicadas.

PROBETAS

1. Las probetas no serán ensayadas si cualquier diámetro individual de un cilindro difiere de cualquier otro diámetro del mismo cilindro por más del 2 %.
2. Antes del ensayo, ninguna base de las probetas de ensayo se apartará de la perpendicularidad a los ejes por más de $0,5^\circ$ (aproximadamente equivalente a 1 en 100 mm).
3. Las bases de compresión de las probetas que no sean planas dentro los 0,050 mm, serán cortadas o cepilladas para cumplir con la NTP 339.037 o cuando se la permita, la NTP 339.216.

4. El diámetro usado para el cálculo del área de la sección recta de la probeta de ensayo será determinado con aproximación de 0,25 mm por el promedio de 2 diámetros medidos en ángulo recto uno del otro y cerca de la altura media de la probeta.
5. El número de cilindros individuales medidos para la determinación del diámetro promedio será de uno por cada diez probetas o tres probetas por día, el que sea mayor.
6. Si todos los cilindros son hechos de un lote de moldes re-usables o de uso simple, que consistentemente producen cilindros con diámetros promedio dentro el rango de 0,5 mm.
7. Cuando el diámetro promedio no está en el rango anteriormente descrito o cuando los cilindros no son hechos de un simple lote de moldes, cada cilindro de ensayo deberá ser medido y el valor usado en calcular la unidad de resistencia a la compresión de cada probeta.
8. Cuando los diámetros son medidos a frecuencias reducidas, las áreas de la sección recta de todos los cilindros ensayados en el mismo día serán computados del promedio de los diámetros de tres o más cilindros representativos del grupo ensayados ese día.
9. Si el cliente que solicita los servicios de ensayo requiere mediciones de densidad de las probetas, determinar la masa de las mismas antes del capeado. Retirar cualquier humedad superficial con una toalla y medir la masa del cilindro usando una balanza con aproximación de 0,3 % de la masa que se está midiendo.
10. Medir la longitud de la probeta con aproximación a 1 mm en tres espacios separados equidistantemente alrededor de la circunferencia. Evaluar la longitud promedio y registrarla con aproximación de 1 mm. Alternativamente determinar la densidad del cilindro por peso del mismo en el aire y también sumergido en el agua a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y hallar el volumen de conformidad.

11. Cuando la determinación de densidad no es requerida y la relación de longitud a diámetro es menor que 1,8 o mayor que 2,2; medir la longitud de la probeta con aproximación de 0,05 D.

PROCEDIMIENTO

1. Los ensayos a compresión de probetas del curado húmedo serán hechos tan pronto como sea práctico luego de retirarlos del almacenaje de humedad. Los cilindros serán protegidos de pérdida de humedad por cualquier método conveniente durante el periodo entre el retiro del almacenaje de humedad y el ensayo. Los cilindros serán ensayados en condición húmedos. Todos los cilindros de ensayo para una determinada edad de ensayo serán fracturados dentro el tiempo permisible de tolerancias prescritas como sigue:

Tabla 13:

Tolerancia permisible por Edad de Ensayo

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	± 0,5 h ó 2,1 %
3 d	± 2 h ó 2,8 %
7 d	± 6 h ó 3,6 %
28 d	± 20 h ó 3,0 %
90 d	± 48 h ó 2,2%

Fuente: (Comite ACI, 1999).

a. Colocación:

Colocar el bloque de rotura inferior, sobre el cabezal de la máquina de ensayo. El bloque de rotura superior directamente bajo la rótula del cabezal. Limpiar las caras de contacto de los bloques superior e inferior y las de la probeta de ensayo y colocar el cilindro sobre el bloque inferior de rotura. Cuidadosamente alinear los ejes de la probeta con el centro de empuje de la rótula del bloque asentado

b. Verificación del cero y asiento del bloque

Antes de ensayar la probeta, verificar que el indicador de carga este en cero, ajustar el indicador. Como el bloque asentado sobre la rótula es aplicado sobre la probeta, rotar su porción móvil cuidadosamente con la mano a fin de que el asiento sea uniforme

c. Velocidad de carga

- Aplicar la carga continuamente y sin detenimiento.
- La carga será aplicada a una velocidad de movimiento correspondiendo a una velocidad de esfuerzo sobre la probeta de $0,25 \pm 0,05$ MPa/s. La velocidad de movimiento diseñada será mantenida al menos durante la mitad final de la fase de carga anticipada.
- Durante la aplicación de la 1ra. Mitad de la fase de la carga anticipada, una alta velocidad de carga será permitida. La alta velocidad de carga será aplicada de manera controlada. No hacer ajustes en la velocidad de movimiento cuando la carga final está siendo aplicada y la velocidad de esfuerzo decrece debido a la fractura del espécimen.
- Aplicar la carga de compresión mientras el indicador muestra que la carga disminuye constantemente y el espécimen muestra un patrón de fractura bien definido. Cuando se ensayan con capas de embonado, una fractura en la esquina similar a los patrones tipos 5 o 6 mostrados puede ocurrir antes que la capacidad última del espécimen ha sido alcanzado.
- Registrar la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo, y anotar el tipo de patrón de fractura de conformidad con la Figura, esquematizar y describir el patrón de fractura brevemente. Si la resistencia medida es menor a lo esperada, examinar la fractura del concreto y notar la evidencia de segregación, si las fracturas pasan predominantemente alrededor o a través de las partículas del agregado grueso, y verificar el refrentado de conformidad con las NTP 339.037 o NTP 339.216

CÁLCULOS

La resistencia a la compresión del espécimen es el cociente de dividir la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo entre el área promedio de la sección.

Ecuación 6

Cálculo del volumen del espécimen

$$R = \frac{P}{A}$$

Donde:

R = Esfuerzo a la compresión. (Kg/cm²)

P = Máxima carga aplicada. (Kg-f)

A = Área de la cara axial de espécimen (cm²)

Cuando sea requerido, calcular la densidad del espécimen con aproximación de 10 kg/m³ como sigue:

Ecuación 7:

Cálculo de la densidad del Especímen

$$\text{Densidad} = W/V$$

Dónde:

W = Masa del espécimen, kg

V = Volumen del espécimen determinado del diámetro promedio y longitud promedio o del peso del cilindro en el aire y sumergido en el agua, m³.

Cuando el volumen del cilindro es determinado del peso sumergido, calcular el volumen como sigue:

Ecuación 8:

Cálculo del volumen del espécimen

$$\text{Volumen} = W - W_s/D_a$$

Dónde:

W_s = Masa aparente del espécimen sumergido, kg

D_a = Densidad del agua a 23 °C = 997,5 kg/m³.

10. Análisis de la Resistencia a Compresión (f'_c)

Se completarán los formatos correspondientes según sea el ensayo que se esté realizando, para así realizar su análisis, síntesis y comparación posteriormente

11. Toma de Resultados

Se anotarán cada uno de los datos, arrojados por las máquinas de ensayo, así como de los instrumentos mecánicos. También se anotarán las observaciones durante cada proceso de esta investigación. Se evaluarán datos y se observarán el punto de fractura de cada forma y se establecerán relaciones entre cada forma de probeta

12. Conclusiones

Se buscará en todo momento dar respuesta a cada objetivo planteado, sea principal o específicos

3.6.2.1. Equipos, Materiales e Instrumentos:

Equipos

ENSAYO	INSTRUMENTO O EQUIPO
Análisis Granulométrico del Agregado Fino y Grueso – Mediante Tamices.	Juego de tamices (3', 2 ½', 2', 1 ½', 1', ¾', ½', 3/5', ¼', No 4, No 10, No 40, No 60, No 100, No200)
Ensayo de Asentamiento del Concreto Convencional.	Cono de Abrams
Ensayo la Determinación de la Resistencia a Compresión del concreto, en muestras cilíndricas.	Maquina estándar (Especificada en ASTM C 39)

Elaboración de probetas	Probetas Cilíndricas de 10 cm. de diámetro y 20 cm. de alto. Probetas Cúbicas de 20 cm. de lado.
-------------------------	---

Materiales

- Agregado Fino.
- Agregado Grueso.
- Cemento Pacasmayo Extra Forte.
- Agua potable.

Instrumentos

- Programa Microsoft Excel 2010.
- Programa Microsoft Word 2010.

3.6.2.2. Cálculos – Ecuaciones:

Los cálculos que serán fundamentales realizar a lo largo de la investigación vienen dados por las siguientes ecuaciones:

Módulo de Finura:

Ecuación 9:

Módulo de Finura

$$Módulo de Finura = M.F. = \frac{\sum \%retenido\ acumulado}{100}$$

Peso específico de masa (Pem)

Ecuación 10:

Peso específico de Masa

$$Pem = \frac{W_o}{(V - Va)} \times 100$$

Peso específico de masa saturado con superficie seca (PeSSS)

Ecuación 11:

Peso Específico saturada con Superficie seca.

$$PeSSS = \frac{500}{V - Va} \times 100$$

Peso específico aparente (Pea)

Ecuación 12:

Peso específico Aparente

$$Pea = \frac{(Wo)}{(V - Va) - (500 - Wo)} \times 100$$

Absorción (Ab)

Ecuación 13:

Absorción

$$Ab = \frac{500 - Wa}{Wa} \times 100$$

Dónde:

Pem: Peso específico de masa

Wo: Peso en el aire de la muestra secada en el horno, gramos.

V: Volumen del frasco en cm³

Va: Peso en gramos o volumen en cm³ de agua añadida en el frasco

Diseño de Mezcla

Ecuación 14:

Corrección por Humedad del D.M. en estado Seco

$$Peso\ Agreg.\ Humedo = Peso\ Agreg.\ Seco * (1 + C.H(\%))$$

Dónde:

C.H.: Contenido de Humedad. (%)

Cálculo del Agua Efectiva:

Ecuación 15:

Agua Efectiva

$$\text{Agua Efectiva} = \text{Agua de Diseño} - \text{Aporte Hum. Agreg.}$$

TABLAS A UTILIZAR EN EL DISEÑO DE MEZCLA -(MÉTODO ACI)

a. Determinar la resistencia requerida

Tabla 14: F'c Requerida

f'c especificado	f'cr (kg/cm ²)
< 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
> 350	f'c + 98

Fuente: Normativa ACI

b. Determinación del contenido de aire

Tabla 15: Determinación del contenido de aire atrapado

TNM del agregado grueso	Aire atrapado%
3/8"	3.0
1/2"	2.5
3/4"	2.0
1"	1.5
1 1/2"	1.0
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

Fuente: Normativa ACI

Tabla 16: Determinación del contenido de aire total

TNM del agregado grueso	Contenido de aire total (%)		
	Exposición suave	Exposición moderada	Exposición severa
3/8"	4.5	6.0	7.5
1/2"	4.0	5.5	7.0
3/4"	3.5	5.0	6.0
1"	3.0	4.5	6.0
1 1/2"	2.5	4.5	5.5
2"	2.0	4.0	5.0
3"	1.5	3.5	4.5
6"	1.0	3.0	4.0

Fuente: Normativa ACI

c. Determinación del volumen de agua

Tabla N° 17: Determinación del volumen de agua

Slump	Agua en lt/m ³ , para TNM agregados y consistencia indicadas							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto Sin Aire Incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	x

Fuente: Normativa ACI

Tabla 18: Selección de la relación agua – cemento

f'cr kg/cm ²	Relación a/c en peso	
	Concreto sin Aire incorporado	Concreto con aire incorporado

150	0.8	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	x
450	0.38	x

Fuente: Normativa ACI

d. Presentar el diseño de mezcla en condiciones secas.

Tabla 19: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto

TNM del agregado grueso	Volumen del agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diversos módulos de fineza del fino (b/bo)			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70

Fuente: Normativa ACI

Tabla 20: Módulo de fineza de la combinación de agregados

TNM del agregado grueso	Módulo de fineza de la combinación de agregados el cual da las mejores condiciones de trabajabilidad para distintos contenidos de cemento en bolsas/m ³ (m)			
	6	7	8	9
3/8"	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2"	4.46	4.54	4.61	4.69

3/4"	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2"	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	5.86	5.94	6.01	5.09
3"	6.16	6.24	6.31	6.39

Fuente: Normativa ACI

3.7. Análisis estadístico e interpretación de datos

3.7.1. Enfoque Cualitativo:

Se tomarán como bases aquellas normas, guías, revistas y artículos científicos, información adquirida de Norma Técnica Peruana, ASTM, Norma Chilena y otras relacionadas al estudio de probetas de concreto convencional

3.7.2. Enfoque Cuantitativo:

Se hará uso de la Estadística Descriptiva, utilizándose software como: Microsoft Excel, Microsoft Project y otros programas que nos ayuden en el procesamiento de datos, así como su tabulación y esquematización

3.8. Principios éticos

3.8.1. Ética de la recolección de datos

La recolección de los datos fueron de tomados de manera veraz, no se falsificó ningún dato o resultado, ya que esta información podrá ser usada en el futuro en otras investigaciones. La aplicación de los formatos para estudios de los ensayos basados en la NTP. Las entrevistas realizadas están orientadas al tema en estudio, sin ambigüedades

3.8.2. Ética de la publicación

La presente investigación ha sido realizada con el fin de aportar nuevos conocimientos en la rama de concreto. Seguros de contar con los resultados óptimos producto de nuestra investigación, tomando en cuenta las Normas Técnicas Peruanas (NTP) en mi estudio, procederé a dar por terminado el trabajo de investigación, el mismo que servirá para posteriores estudios

3.8.3. Ética de la aplicación

La presente investigación generará beneficios sociales, económicos y ambientales, dependiendo de quién se da derecho para utilizar los resultados de la investigación

3.8.4. Código ético de la profesión:

Se tendrá como base al código ético del Ingeniero Civil, elaborado por el Colegio de Ingenieros del Perú (CIP) en el cual se establece todas las sanciones que serán aplicadas a las faltas al comportamiento preceptuado por el Código

Por ello esta investigación quedará sujeta a dicho código.

Capítulo III

Sub Capítulo I

DE LA RELACIÓN CON LA SOCIEDAD

Artículo 99.- Los ingenieros cuidarán que los recursos humanos, económicos, naturales y materiales, sean racional y adecuadamente utilizados, evitando su abuso o dispendio, respetarán y harán respetar las disposiciones legales que garanticen la preservación del medio ambiente

Artículo 100.- Los ingenieros ejecutarán todos los actos inherentes a la profesión de acuerdo a las reglas técnicas y científicas procediendo con diligencia; autorizarán planos, documentos o trabajos solo cuando tengan la convicción de que son idóneos y seguros, de acuerdo a las normas de Ingeniería

Artículo 103.- Los ingenieros están obligados a cuidar el territorio de trabajo de la ingeniería peruana y fomentar el desarrollo tecnológico del Perú

Sub Capítulo II

DE LA RELACIÓN CON EL PÚBLICO

Artículo 106.- Los ingenieros, al explicar su trabajo, méritos o emitir opiniones sobre temas de ingeniería, actuarán con seriedad y convicción, cuidando de no crear conflictos de intereses, esforzándose por ampliar el conocimiento del público a cerca de la ingeniería y de los servicios que presta a la sociedad

Artículo 107.- Los ingenieros no participarán en la difusión de conceptos falsos, injustos o exagerados acerca de la ingeniería en la actividad pública o privada, de proyectos, productos, métodos o procedimientos relativos a la ingeniería

Sub Capítulo III

DE LA COMPETENCIA Y PERFECCIONAMIENTO DE PROFESIONAL

Artículo 109.- Los ingenieros realizarán trabajos de ingeniería solamente cuando cuenten con estudios o experiencia en el campo específico de la ingeniería de que se trata

Artículo 110.- Los ingenieros podrán aceptar trabajos que requieran estudios o experiencias ajenos a los suyos, siempre que sus servicios se limiten a aquellos aspectos para los cuales están calificados, debiendo los demás ser realizados por asociados, consultores o empleados calificados

Artículo 111.- Los ingenieros autorizarán planos, documentos o trabajos sólo cuando hayan sido elaborados por ellos, o ejecutados bajo su control

Sub Capítulo IV

DE LA PROMOCIÓN Y PUBLICIDAD

Artículo 115.- Los ingenieros podrán hacer promoción de sus servicios profesionales sólo cuando ella no contenga lenguaje jactancioso o engañoso o en cualquier forma denigrante de la profesión

En la promoción que realicen los ingenieros se abstendrán de garantizar resultados que por razones técnicas, económicas o sociales sean de imposible o dudoso cumplimiento

3.9. Criterios de rigor científico

Generalidades: Mediante la aplicación de las entrevistas se obtendrán respuestas en función al cuestionario, que nos permitirán dar validez externa después de haber sido cotejadas con otras fuentes teóricas

Fiabilidad: Todos los estudios a realizar en este trabajo de investigación, son confiables en la medida en la que nuestra población es real, se cuenta con una buena recolección de datos, lo que nos da la seguridad en la veracidad de los resultados

Replicabilidad: El diseño y modelación de nuestro trabajo de investigación en estudio es supeditado a diversos factores que van a contribuir con los resultados a obtener:

Factores climáticos: Lluvia, frío, calor, etc.

Factores económicos: Moderados costos para su elaboración.

Factores tecnológicos: Si se cuenta con los equipos adecuados para los ensayos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos.

Dicha investigación está supeditada a repetición, pero tomando en cuenta el objetivo general

**CAPÍTULO IV:
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN
DE LOS RESULTADOS**

4.1. Análisis de Resultados

4.1.1. Diseño de Mezclas

Tabla 21:

Diseño de Mezcla final $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con TMN 3/4"



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME

Pag. 1 de 2

Tesista : GONZALES MEDRANO, Rocio
Tesis : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL UTILIZANDO MUESTRAS CILÍNDRICAS Y CÚBICAS
Ubicación : Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
Fecha de emisión : Pimentel 28 de Mayo del 2016

DISEÑO DE MEZCLA FINAL $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : Extra Forte - Pacasmayo.
2.- Peso específico : 3150 Kg/m^3

AGREGADOS :

Agregado fino :

: La Victoria - Patapo

- | | | |
|------------------------------------|-------|------------------|
| 1.- Peso específico de masa | 2.533 | gr/cm^3 |
| 2.- Peso específico de masa S.S.S. | 2.584 | gr/cm^3 |
| 3.- Peso unitario suelto | 1605 | Kg/m^3 |
| 4.- Peso unitario compactado | 1719 | Kg/m^3 |
| 5.- % de absorción | 2.0 | % |
| 6.- Contenido de humedad | 0.6 | % |
| 7.- Módulo de fineza | 2.93 | adimensional |

Agregado grueso :

: La Victoria - Patapo

- | | | |
|------------------------------------|-------|------------------|
| 1.- Peso específico de masa | 2.558 | gr/cm^3 |
| 2.- Peso específico de masa S.S.S. | 2.608 | gr/cm^3 |
| 3.- Peso unitario suelto | 1363 | Kg/m^3 |
| 4.- Peso unitario compactado | 1453 | Kg/m^3 |
| 5.- % de absorción | 1.9 | % |
| 6.- Contenido de humedad | 0.1 | % |
| 7.- Tamaño máximo | 1" | Pulg. |
| 8.- Tamaño máximo nominal | 3/4" | Pulg. |

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	6.5	93.5
Nº 08	12.1	81.5
Nº 16	17.2	64.3
Nº 30	23.2	41.1
Nº 50	22.5	18.5
Nº 100	10.8	7.7
Fondo	7.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	5.7	94.3
3/4"	55.3	39.0
1/2"	29.1	9.9
3/8"	7.2	2.7
Nº 04	2.7	0.0
Fondo	0.0	0.0

Tabla 22:

Proporciones por m³ de mezcla de f'c= 210 kg/cm² con TMN 3/4''



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
 FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME

Pag. 2 de 2

Tesista : GONZALES MEDRANO, Rocio
 Tesis : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL UTILIZANDO MUESTRAS CILÍNDRICAS Y CÚBICAS
 Ubicación : Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
 Fecha de emisión : Pimentel 28 de Mayo del 2016

DISEÑO DE MEZCLA FINAL F'c = 210 kg/cm²

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3.75 Pulgadas
 Peso unitario del concreto fresco : 2347 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 7 días : 263 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 7 días : 125 %
 Factor cemento por M³ de concreto : 8.8 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.650

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 372 Kg/m³ : Extra Forte - Pacasmayo.
 Agua 242 L : Potable de la zona.
 Agregado fino 822 Kg/m³ : La Victoria - Patapo
 Agregado grueso 912 Kg/m³ : La Victoria - Patapo

Proporción en peso : Cemento Arena Piedra Agua
 1.0 2.21 2.45 27.6 Lts/pie³

Proporción en volumen : 1.0 2.07 2.70 27.6 Lts/pie³

OBSERVACIONES :

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.

Hecho por : Tco. W.A.O.A.

Revisado por : Ing. O.C.Z.

De las Tablas 21 y 22, se desprende que para obtener una resistencia con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, después de analizados las características de los agregados a utilizar, se debe optar por utilizar piedra chancada de TMN de **3/4"**, arena amarilla, agua potable – Fuente Laboratorio USS, cemento Pacasmayo Extra Forte, sin aire incorporado.

Una vez obtenido el diseño de mezclas adecuado, la dosificación para el concreto patrón es la siguiente:

Relación en peso por pie^3 de concreto es:

Cemento	: Extraforte – Pacasmayo	: 1.00
Agregado fino	: La Victoria – Patapo	: 2.21
Agregado grueso	: La Victoria – Patapo	: 2.45
Agua	: Laboratorio USS – Pimentel	: 27.6

Su relación en volumen es:

Cemento	: Extraforte – Pacasmayo	: 1.00
Agregado fino	: La Victoria - Patapo	: 2.07
Agregado grueso	: La Victoria - Patapo	: 2.70
Agua	: Laboratorio USS – Pimentel	: 27.6

Con este resultado se definió el uso de 8.8 bolsas de cemento (42.5 kg) por metro cubico de concreto a elaborar, con una relación agua – cemento igual a 0.65.

Tabla 23:

Diseño de Mezcla final $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ con TMN 3/4"



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME

Pag. 1 de 2

Tesista : GONZALES MEDRANO, Rocio
Tesis : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL UTILIZANDO MUESTRAS CÍLINDRICAS Y CÚBICAS
Ubicación : Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
Fecha de emisión : Pimentel, 28 de Mayo del 2016.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : Extra Forte - Pacasmayo.
- 2.- Peso específico : 3150 Kg/m^3

AGREGADOS :

Agregado fino :

: La Victoria - Patapo

- 1.- Peso específico de masa 2.533 gr/cm^3
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.584 gr/cm^3
- 3.- Peso unitario suelto 1605 Kg/m^3
- 4.- Peso unitario compactado 1719 Kg/m^3
- 5.- % de absorción 2.0%
- 6.- Contenido de humedad 0.6%
- 7.- Módulo de fineza 2.93 adimensional

Agregado grueso :

: La Victoria - Patapo

- 1.- Peso específico de masa 2.558 gr/cm^3
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.608 gr/cm^3
- 3.- Peso unitario suelto 1363 Kg/m^3
- 4.- Peso unitario compactado 1453 Kg/m^3
- 5.- % de absorción 1.9%
- 6.- Contenido de humedad 0.1%
- 7.- Tamaño máximo $1''$ Pulg.
- 8.- Tamaño máximo nominal $3/4''$ Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	6.5	93.5
Nº 08	12.1	81.5
Nº 16	17.2	64.3
Nº 30	23.2	41.1
Nº 50	22.5	18.5
Nº 100	10.8	7.7
Fondo	7.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	5.7	94.3
3/4"	55.3	39.0
1/2"	29.1	9.9
3/8"	7.2	2.7
Nº 04	2.7	0.0
Fondo	0.0	0.0

Tabla 24:

Proporciones por m³ de mezcla de f'c= 280 kg/cm² con TMN 3/4''



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME

Pag. 2 de 2

Tesista : GONZALES MEDRANO, Rocio
Tesis : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL UTILIZANDO MUESTRAS CÍLINDRICAS Y CÚBICAS
Ubicación : Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
Fecha de emisión : Pimentel, 28 de Mayo del 2016.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL Fc = 280 kg/cm²

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco : 2333 Kg/m³
Resistencia promedio a los 7 días : 263 Kg/cm²
Porcentaje promedio a los 7 días : 94 %
Factor cemento por M³ de concreto : 10.4 bolsas/m³
Relación agua cemento de diseño : 0.539

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 442 Kg/m³ : Extra Forte - Pacasmayo.
Agua 238 L : Potable de la zona.
Agregado fino 752 Kg/m³ : La Victoria - Patapo
Agregado grueso 901 Kg/m³ : La Victoria - Patapo

Proporción en peso : Cemento Arena Piedra Agua
1.0 1.70 2.04 22.9 Lts/pie³

Proporción en volumen :
1.0 1.60 2.25 22.9 Lts/pie³

OBSERVACIONES :

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.
Hecho por : Tco. W.A.O.A.
Revisado por : Ing. O.C.Z.

De las Tablas 23 y 24, se desprende que para obtener una resistencia con $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, después de analizados las características de los agregados a utilizar, se debe optar por utilizar piedra chancada de TMN de 3/4", arena amarilla, agua potable – Fuente Laboratorio USS, cemento Pacasmayo Extra Forte, sin aire incorporado.

Una vez obtenido el diseño de mezclas adecuado, la dosificación para el concreto patrón es la siguiente:

Relación en peso por pie^3 de concreto es:

Cemento	: Extraforte – Pacasmayo	: 1.00
Agregado fino	: La Victoria – Patapo	: 1.70
Agregado grueso	: La Victoria – Patapo	: 2.04
Agua	: Laboratorio USS – Pimentel	: 22.9

Su relación en volumen es:

Cemento	: Extraforte – Pacasmayo	: 1.00
Agregado fino	: La Victoria - Patapo	: 1.60
Agregado grueso	: La Victoria - Patapo	: 2.25
Agua	: Laboratorio USS – Pimentel	: 22.9

Con este resultado se definió el uso de 10.4 bolsas de cemento (42.5 kg) por metro cubico de concreto a elaborar, con una relación agua – cemento igual a 0.54.

Tabla 25:

Diseño de Mezcla final $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ con TMN 3/4"



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME

Pag. 1 de 2

Tesista : GONZALES MEDRANO, Rocio
Tesis : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL UTILIZANDO MUESTRAS CILÍNDRICAS Y CÚBICAS
Ubicación : Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Pimentel, 28 Mayo del 2016.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : Extra Forte - Pacasmayo.
2.- Peso específico : 3150 Kg/m^3

AGREGADOS :

Agregado fino :

: La Victoria - Patapo

- 1.- Peso específico de masa 2.533 gr/cm^3
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.584 gr/cm^3
3.- Peso unitario suelto 1605 Kg/m^3
4.- Peso unitario compactado 1719 Kg/m^3
5.- % de absorción 2.0 %
6.- Contenido de humedad 0.6 %
7.- Módulo de fineza 2.93 adimensional

Agregado grueso :

: La Victoria - Patapo

- 1.- Peso específico de masa 2.558 gr/cm^3
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.608 gr/cm^3
3.- Peso unitario suelto 1363 Kg/m^3
4.- Peso unitario compactado 1453 Kg/m^3
5.- % de absorción 1.9 %
6.- Contenido de humedad 0.1 %
7.- Tamaño máximo 1" Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	6.5	93.5
Nº 08	12.1	81.5
Nº 16	17.2	64.3
Nº 30	23.2	41.1
Nº 50	22.5	18.5
Nº 100	10.8	7.7
Fondo	7.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	5.7	94.3
3/4"	55.3	39.0
1/2"	29.1	9.9
3/8"	7.2	2.7
Nº 04	2.7	0.0
Fondo	0.0	0.0

Tabla 26:

Proporciones por m³ de mezcla de f'c= 350 kg/cm² con TMN 3/4''



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
 FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME

Pag. 2 de 2

Tesista : GONZALES MEDRANO, Rocio
 Tesis : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL UTILIZANDO MUESTRAS CILÍNDRICAS Y CÚBICAS
 Ubicación : Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Pimentel, 28 Mayo del 2016.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL F'c = 350 kg/cm²

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3.75 Pulgadas
 Peso unitario del concreto fresco : 2331 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 7 días : 263 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 7 días : 75 %
 Factor cemento por M³ de concreto : 12.5 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.445

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 532 Kg/m³ : Extra Forte - Pacasmayo.
 Agua 237 L : Potable de la zona.
 Agregado fino 668 Kg/m³ : La Victoria - Patapo
 Agregado grueso 895 Kg/m³ : La Victoria - Patapo

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
	1.0	1.26	1.68	18.9	Lts/pie ³
Proporción en volumen :					
	1.0	1.18	1.86	18.9	Lts/pie ³

OBSERVACIONES :

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.

Hecho por : Tco. W.A.O.A.

Revisado por : Ing. O.C.Z.

De las Tablas 25 y 26, se desprende que para obtener una resistencia con $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$, después de analizados las características de los agregados a utilizar, se debe optar por utilizar piedra chancada de TMN de 3/4", arena amarilla, agua potable – Fuente Laboratorio USS, cemento Pacasmayo Extra Forte, sin aire incorporado.

Una vez obtenido el diseño de mezclas adecuado, la dosificación para el concreto patrón es la siguiente:

Relación en peso por pie^3 de concreto es:

Cemento	: Extraforte – Pacasmayo	: 1.00
Agregado fino	: La Victoria – Patapo	: 1.26
Agregado grueso	: La Victoria – Patapo	: 1.68
Agua	: Laboratorio USS – Pimentel	: 18.6

Su relación en volumen es:

Cemento	: Extraforte – Pacasmayo	: 1.00
Agregado fino	: La Victoria - Patapo	: 1.18
Agregado grueso	: La Victoria - Patapo	: 1.86
Agua	: Laboratorio USS – Pimentel	: 18.6

Con este resultado se definió el uso de 12.5 bolsas de cemento (42.5 kg) por metro cubico de concreto a elaborar, con una relación agua – cemento igual a 0.45.

Tabla 27:

Diseño de Mezcla final $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con TMN 1/2"



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME

Pag. 1 de 2

Tesista : GONZALES MEDRANO, Rocio
Tesis : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL UTILIZANDO MUESTRAS CILÍNDRICAS Y CÚBICAS
Ubicación : Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
Fecha de Emisión : Pimentel 28 de Mayo del 2016

DISEÑO DE MEZCLA FINAL $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : Extra Forte - Pacasmayo
2.- Peso específico : 3150 Kg/m^3

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Patapo-La Victoria

- 1.- Peso específico de masa 2.533 gr/cm^3
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.584 gr/cm^3
3.- Peso unitario suelto 1605 Kg/m^3
4.- Peso unitario compactado 1719 Kg/m^3
5.- % de absorción 2.0%
6.- Contenido de humedad 0.6%
7.- Módulo de fineza 2.93 adimensional

Agregado grueso :

: Saña-Caballo grande

- 1.- Peso específico de masa 2.642 gr/cm^3
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.672 gr/cm^3
3.- Peso unitario suelto 1425 Kg/m^3
4.- Peso unitario compactado 1547 Kg/m^3
5.- % de absorción 1.1%
6.- Contenido de humedad 0.6%
7.- Tamaño máximo $3/4''$ Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal $1/2''$ Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	6.5	93.5
Nº 08	12.1	81.5
Nº 16	17.2	64.3
Nº 30	23.2	41.1
Nº 50	22.5	18.5
Nº 100	10.8	7.7
Fondo	7.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	19.7	80.3
1/2"	43.6	36.7
3/8"	22.0	14.7
Nº 04	14.7	0.0
Fondo	0.0	0.0

Tabla 28:

Proporciones por m³ de mezcla de f'c= 210 kg/cm² con TMN 1/2''



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME

Pag. 2 de 2

Tesista : GONZALES MEDRANO, Rocio
Tesis : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL UTILIZANDO MUESTRAS CILÍNDRICAS Y CÚBICAS
Ubicación : Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
Fecha de Emisión : Pimentel 28 de Mayo del 2016

DISEÑO DE MEZCLA FINAL F'c = 210 kg/cm²

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3.2 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco : 2311 Kg/m³
Resistencia promedio a los 7 días : 154 Kg/cm²
Porcentaje promedio a los 7 días : 74 %
Factor cemento por M³ de concreto : 8.6 bolsas/m³
Relación agua cemento de diseño : 0.684

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 364 Kg/m³ : Extra Forte - Pacasmayo
Agua 249 L : Potable de la zona.
Agregado fino 845 Kg/m³ : La Victoria - Patapo
Agregado grueso 853 Kg/m³ : La Victoria - Patapo

Proporción en peso : Cemento Arena Piedra Agua
1.0 2.32 2.35 29.1 Lts/pe³

Proporción en volumen :
1.0 2.18 2.48 29.1 Lts/pe³

OBSERVACIONES :

De las Tablas 27 y 28, se desprende que para obtener una resistencia con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, después de analizados las características de los agregados a utilizar, se debe optar por utilizar piedra chancada de TMN de 1/2", arena amarilla, agua potable – Fuente Laboratorio USS, cemento Pacasmayo Extra Forte, sin aire incorporado.

Una vez obtenido el diseño de mezclas adecuado, la dosificación para el concreto patrón es la siguiente:

Relación en peso por pie^3 de concreto es:

Cemento	: Extraforte – Pacasmayo	: 1.00
Agregado fino	: La Victoria – Patapo	: 2.32
Agregado grueso	: La Victoria – Patapo	: 2.35
Agua	: Laboratorio USS – Pimentel	: 29.1

Su relación en volumen es:

Cemento	: Extraforte – Pacasmayo	: 1.00
Agregado fino	: La Victoria - Patapo	: 2.18
Agregado grueso	: La Victoria - Patapo	: 2.48
Agua	: Laboratorio USS – Pimentel	: 29.1

Con este resultado se definió el uso de 8.6 bolsas de cemento (42.5 kg) por metro cubico de concreto a elaborar, con una relación agua – cemento igual a 0.68.

Tabla 29:

Diseño de Mezcla final $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con TMN 1/2"



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME

Pag. 1 de 2

Tesista : GONZALES MEDRANO, Rocio
Tesis : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL UTILIZANDO MUESTRAS CILÍNDRICAS Y CÚBICAS
Ubicación : Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
Fecha de Emisión : Pimentel 28 de Mayo del 2016

DISEÑO DE MEZCLA FINAL $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : Extra Forte - Pacasmayo
2.- Peso específico : 3150 Kg/m^3

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Patapo-La Victoria

- 1.- Peso específico de masa 2.533 gr/cm^3
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.584 gr/cm^3
3.- Peso unitario suelto 1605 Kg/m^3
4.- Peso unitario compactado 1719 Kg/m^3
5.- % de absorción 2.0%
6.- Contenido de humedad 0.6%
7.- Módulo de fineza 2.93 adimensional

Agregado grueso :

: Saña-Caballo grande

- 1.- Peso específico de masa 2.642 gr/cm^3
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.672 gr/cm^3
3.- Peso unitario suelto 1425 Kg/m^3
4.- Peso unitario compactado 1547 Kg/m^3
5.- % de absorción 1.1%
6.- Contenido de humedad 0.6%
7.- Tamaño máximo $3/4''$ Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal $1/2''$ Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	6.5	93.5
Nº 08	12.1	81.5
Nº 16	17.2	64.3
Nº 30	23.2	41.1
Nº 50	22.5	18.5
Nº 100	10.8	7.7
Fondo	7.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	19.7	80.3
1/2"	43.6	36.7
3/8"	22.0	14.7
Nº 04	14.7	0.0
Fondo	0.0	0.0

Tabla 30:

Proporciones por m³ de mezcla de f'c= 280 kg/cm² con TMN 1/2''



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME

Pag. 2 de 2

Tesista : GONZALES MEDRANO, Rocio
Tesis : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL UTILIZANDO MUESTRAS CILÍNDRICAS Y CÚBICAS
Ubicación : Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
Fecha de Emisión : Pimentel 28 de Mayo del 2016

DISEÑO DE MEZCLA FINAL F'c = 280 kg/cm²

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3.5 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco : 2317 Kg/m³
Resistencia promedio a los 7 días : 177 Kg/cm²
Porcentaje promedio a los 7 días : 63 %
Factor cemento por M³ de concreto : 10.0 bolsas/m³
Relación agua cemento de diseño : 0.578

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 424 Kg/m³ : Extra Forte - Pacasmayo
Agua 245 L : Potable de la zona.
Agregado fino 797 Kg/m³ : La Victoria - Patapo
Agregado grueso 852 Kg/m³ : La Victoria - Patapo

Proporción en peso : Cemento Arena Piedra Agua
1.0 1.88 2.01 24.6 Lts/pie³
Proporción en volumen :
1.0 1.76 2.12 24.6 Lts/pie³

OBSERVACIONES :

De las Tablas 29 y 30, se desprende que para obtener una resistencia con $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, después de analizados las características de los agregados a utilizar, se debe optar por utilizar piedra chancada de TMN de 1/2", arena amarilla, agua potable – Fuente Laboratorio USS, cemento Pacasmayo Extra Forte, sin aire incorporado.

Una vez obtenido el diseño de mezclas adecuado, la dosificación para el concreto patrón es la siguiente:

Relación en peso por pie^3 de concreto es:

Cemento	: Extraforte – Pacasmayo	: 1.00
Agregado fino	: La Victoria – Patapo	: 1.88
Agregado grueso	: La Victoria – Patapo	: 2.01
Agua	: Laboratorio USS – Pimentel	: 24.6

Su relación en volumen es:

Cemento	: Extraforte – Pacasmayo	: 1.00
Agregado fino	: La Victoria - Patapo	: 1.76
Agregado grueso	: La Victoria - Patapo	: 2.12
Agua	: Laboratorio USS – Pimentel	: 24.6

Con este resultado se definió el uso de 10.0 bolsas de cemento (42.5 kg) por metro cubico de concreto a elaborar, con una relación agua – cemento igual a 0.58.

Tabla 31:

Diseño de Mezcla final $f'c = 350\text{kg/cm}^2$ con TMN 1/2"



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME

Pag. 1 de 2

Tesista : GONZALES MEDRANO, Rocio
Tesis : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL UTILIZANDO MUESTRAS CILÍNDRICAS Y CÚBICAS
Ubicación : Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
Fecha de Emisión : Pimentel 28 de Mayo del 2016

DISEÑO DE MEZCLA FINAL $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : Extra Forte - Pacasmayo
- 2.- Peso específico : 3150 Kg/m^3

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Patapo-La Victoria

- 1.- Peso específico de masa 2.533 gr/cm^3
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.584 gr/cm^3
- 3.- Peso unitario suelto 1605 Kg/m^3
- 4.- Peso unitario compactado 1719 Kg/m^3
- 5.- % de absorción 2.0%
- 6.- Contenido de humedad 0.6%
- 7.- Módulo de fineza 2.93 adimensional

Agregado grueso :

: Saña-Caballo grande

- 1.- Peso específico de masa 2.642 gr/cm^3
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.672 gr/cm^3
- 3.- Peso unitario suelto 1425 Kg/m^3
- 4.- Peso unitario compactado 1547 Kg/m^3
- 5.- % de absorción 1.1%
- 6.- Contenido de humedad 0.6%
- 7.- Tamaño máximo $3/4''$ Pulg.
- 8.- Tamaño máximo nominal $1/2''$ Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	6.5	93.5
Nº 08	12.1	81.5
Nº 16	17.2	64.3
Nº 30	23.2	41.1
Nº 50	22.5	18.5
Nº 100	10.8	7.7
Fondo	7.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	19.7	80.3
1/2"	43.6	36.7
3/8"	22.0	14.7
Nº 04	14.7	0.0
Fondo	0.0	0.0

Tabla 32:

Proporciones por m³ de mezcla de f'c= 350 kg/cm² con TMN 1/2''



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME

Pag. 2 de 2

Tesista : GONZALES MEDRANO, Rocio
Tesis : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL UTILIZANDO MUESTRAS CILÍNDRICAS Y CÚBICAS
Ubicación : Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque
Fecha de Emisión : Pimentel 28 de Mayo del 2016

DISEÑO DE MEZCLA FINAL F'c = 0 kg/cm²

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3.3 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco : 2331 Kg/m³
Resistencia promedio a los 7 días : 302 Kg/cm²
Porcentaje promedio a los 7 días : 86 %
Factor cemento por M³ de concreto : 11.0 bolsas/m³
Relación agua cemento de diseño : 0.480

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 468 Kg/m³ : Extra Forte - Pacasmayo
Agua 225 L : Potable de la zona.
Agregado fino 797 Kg/m³ : La Victoria - Patapo
Agregado grueso 842 Kg/m³ : La Victoria - Patapo

Proporción en peso : Cemento Arena Piedra Agua
1.0 1.70 1.80 20.4 Lts/pie³
Proporción en volumen :
1.0 1.60 1.90 20.4 Lts/pie³

OBSERVACIONES :

De las Tablas 31 y 32, se desprende que para obtener una resistencia con $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$, después de analizados las características de los agregados a utilizar, se debe optar por utilizar piedra chancada de TMN de 1/2", arena amarilla, agua potable – Fuente Laboratorio USS, cemento Pacasmayo Extra Forte, sin aire incorporado.

Una vez obtenido el diseño de mezclas adecuado, la dosificación para el concreto patrón es la siguiente:

Relación en peso por pie^3 de concreto es:

Cemento	: Extraforte – Pacasmayo	: 1.00
Agregado fino	: La Victoria – Patapo	: 1.70
Agregado grueso	: La Victoria – Patapo	: 1.80
Agua	: Laboratorio USS – Pimentel	: 20.4

Su relación en volumen es:

Cemento	: Extraforte – Pacasmayo	: 1.00
Agregado fino	: La Victoria - Patapo	: 1.60
Agregado grueso	: La Victoria - Patapo	: 1.80
Agua	: Laboratorio USS – Pimentel	: 20.4

Con este resultado se definió el uso de 11.0 bolsas de cemento (42.5 kg) por metro cubico de concreto a elaborar, con una relación agua – cemento igual a 0.48.

4.1.2. Evaluación de la Resistencia a Compresión

Para llegar a evaluar la resistencia a compresión, primero se evaluó los factores influyentes en la misma. Por ello procedimos de la siguiente manera:

4.1.2.1. Evaluación en Estado Fresco

Tabla 33:

Principales propiedades del Concreto en estado fresco

Por m ³	f'c (kg/cm ²)		
	210 kg/cm ²	280 kg/cm ²	350 kg/cm ²
Cemento	8.8 bol/m ³	10.4 bol/m ³	12.5 bol/m ³
R a/c	0.650	0.539	0.445

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 33 se desprende que dependiendo de la resistencia que uno como profesional desea alcanzar, tendrá y considerará diferentes parámetros de confianza, notamos que un diseño de f'c = 210 kg/cm² la relación de agua Cemento es de 0.650, para un diseño de f'c = 280 kg/cm² la relación de agua Cemento es de 0.539 finalmente para un diseño de f'c = 350 kg/cm² la relación de agua Cemento es de 0.445.

Tabla 34:

Principales propiedades del Concreto en estado fresco

PROBETAS CILÍNDRICAS / CÚBICAS					
Diseño (kg/cm ²)	Código	Asentamiento	Peso Unitario (kg/m ³)	Contenido de Aire	T (°C)
		Hallado			
f'c = 210	210 R - 1	3.75"	2347.28	2.20%	28
f'c = 280	280 R - 1	3.5"	2332.73	2.00%	28
f'c = 350	350 R - 1	4"	2331.47	1.70%	28

Fuente: Elaboración propia

Según la Norma Técnica Peruana NTP 339.035; 2009, se considera el concreto trabajable aquel que cumpla con un asentamiento entre 3" – 4", nótese que en la Tabla 34 que en los tres casos, es decir concreto convencional con resistencia de diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$, el asentamiento no excede de 4" por ende el diseño aquí planteado es el adecuado en relación a la manejabilidad de la mezcla al momento de llenar las muestras.

4.1.2.2. Resistencia a Compresión

En total se realizaron 107 muestras, 54 probetas con TMN 3/4" de las cuales 27 fueron Probetas Cilíndricas y 27 Probetas Cúbicas, distribuyéndose en 3 tipos de diseño, siendo 09 probetas por cada una y de la misma manera 54 probetas con TMN 1/2".

4.1.2.2.1. Probetas Cilíndricas

a) Resistencia de Diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.-

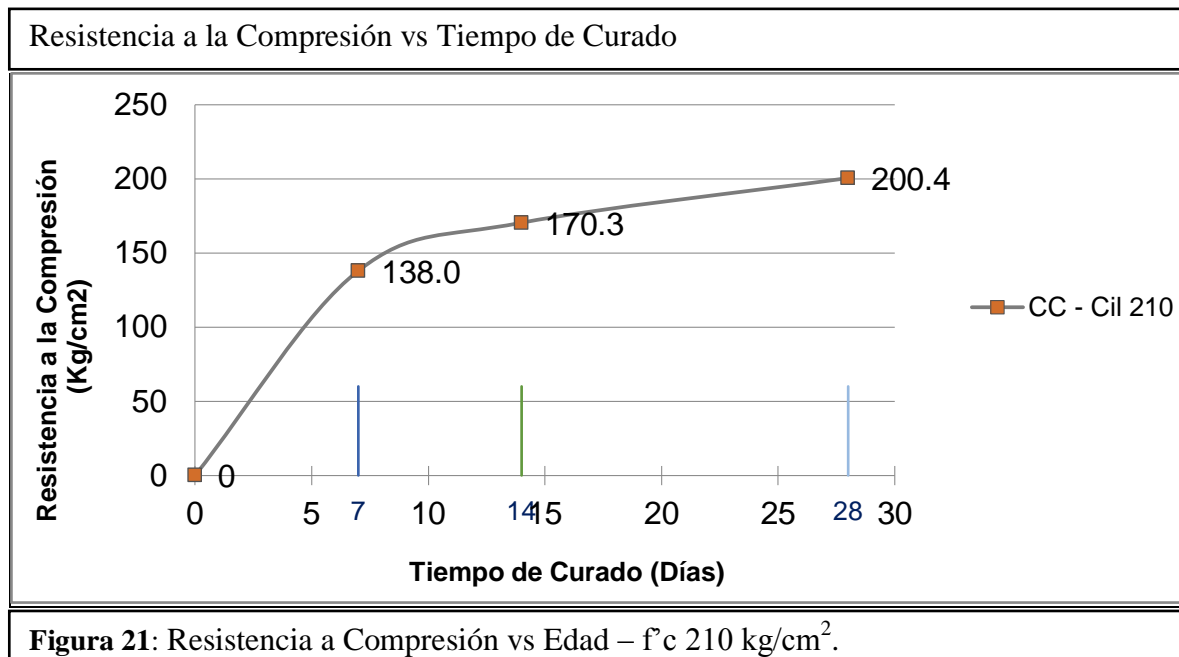
Tabla 35:

Resultado de resistencias a compresión Cilíndrica - Concreto convencional - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	$f'c$ (Kg/cm ²)	%	$f'c$ Diseño (Kg/cm ²)
R - 01	CC - Cil 210	04/04/2016	11/04/2016	7	137.96	65.70	210
R - 04	CC - Cil 210	04/04/2016	18/04/2016	14	170.34	81.11	
R - 07	CC - Cil 210	04/04/2016	02/05/2016	28	200.44	95.45	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 35 se encuentran ordenados los resultados de la prueba de resistencia a compresión de probetas cilíndricas, codificación CC- Cil, nótese que a los 7 días la resistencia alcanzada es de 137.96 kg/cm^2 , a los 14 días la resistencia es de 170.34 kg/cm^2 y finalmente a la edad de 28 días logró 200.44 kg/cm^2 siendo el 95.45% de la resistencia de diseño original. En la Figura 21, se observa el incremento de la resistencia a mediada que pasen los días, 7, 14 y 28 días.



Fuente: Elaboración propia

b) Resistencia de Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.-

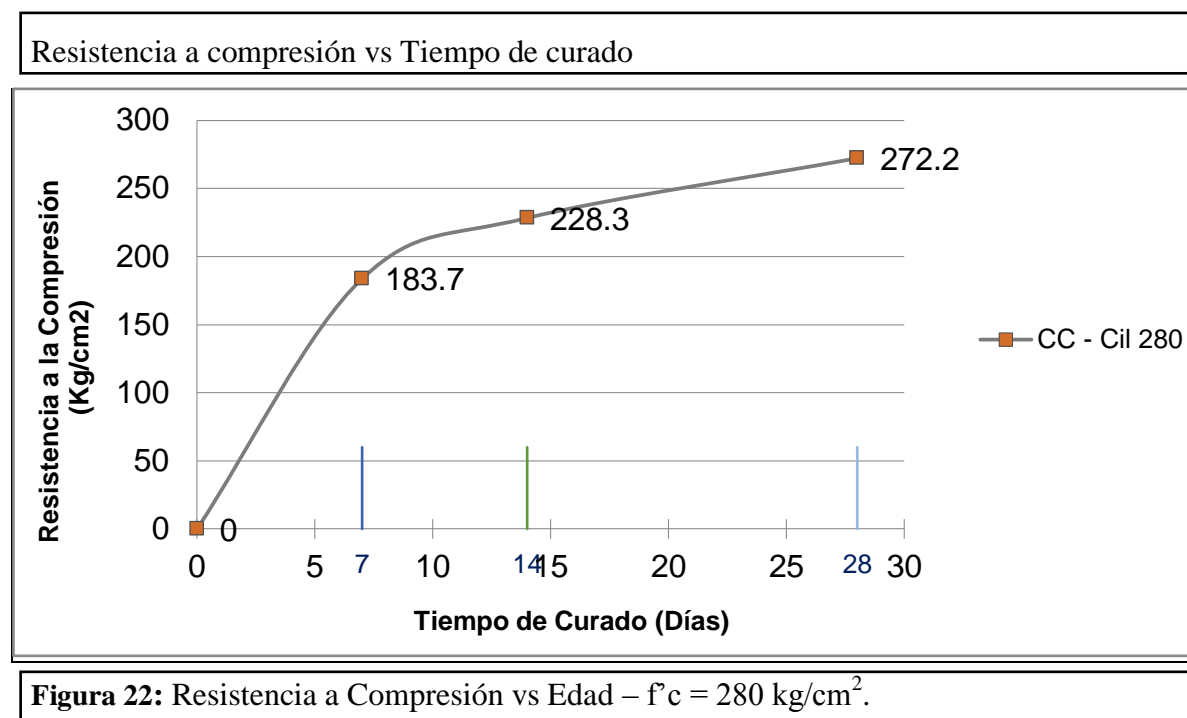
Tabla 36:

Resultado de resistencias a compresión Cilíndrica - Concreto convencional - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	$f'c$ (Kg/cm2)	%	$f'c$ Diseño (Kg/cm2)
R - 01	CC - Cil 280	05/04/2016	12/04/2016	7	183.70	65.61	280
R - 04	CC - Cil 280	05/04/2016	19/04/2016	14	228.28	81.53	
R - 07	CC - Cil 280	05/04/2016	03/05/2016	28	272.15	97.20	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 36 se encuentran ordenados los resultados de la prueba de resistencia a compresión de probetas cilíndricas, codificación CC- Cil, nótese que a los 7 días la resistencia alcanzada es de 183.78 kg/cm^2 , a los 14 días la resistencia es de 228.28 kg/cm^2 y finalmente a la edad de 28 días logró 272.15 kg/cm^2 representando un 97.20% de la resistencia de diseño. Además en la figura 22, se observa el incremento de la resistencia a mediada que pasen los días, característica propia del material.



Fuente: Elaboración propia

c) Resistencia de Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$.-

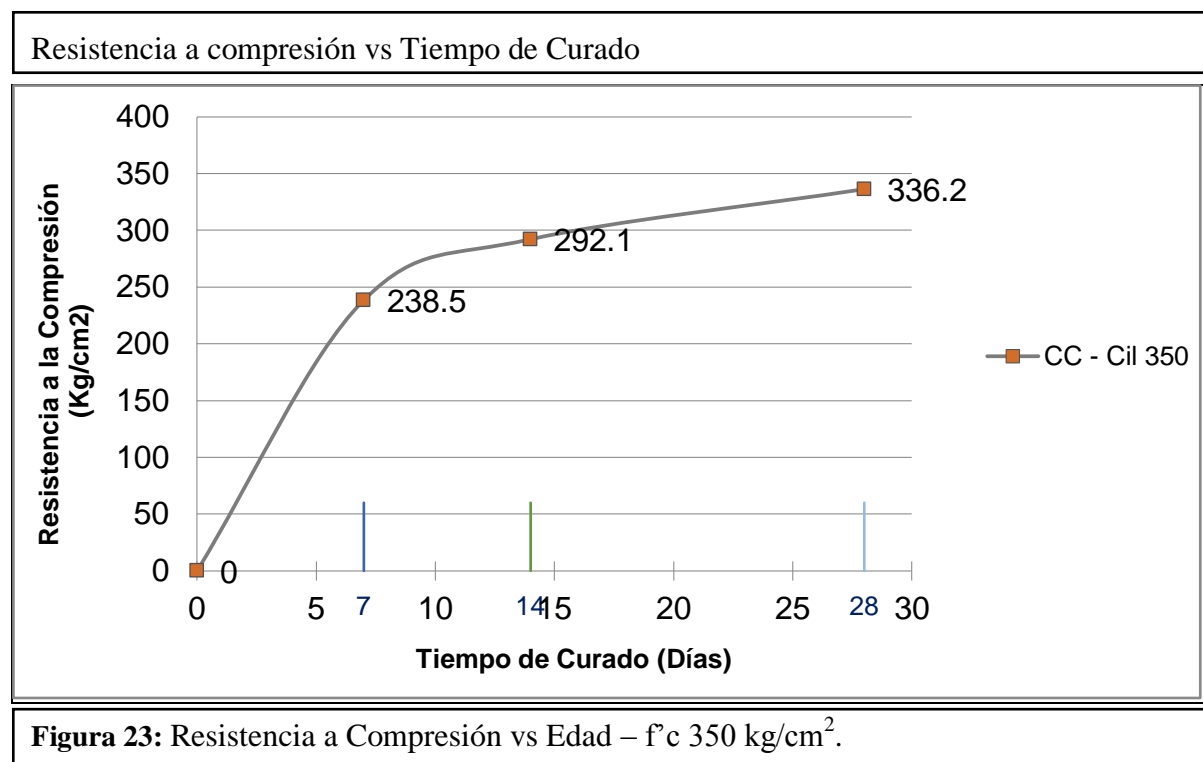
Tabla 37:

Resultado de resistencias a compresión Cilíndrica - Concreto convencional - $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	$f'c$ (Kg/cm2)	%	$f'c$ Diseño (Kg/cm2)
R - 01	CC - Cil 350	06/04/2016	13/04/2016	7	238.49	68.14	350
R - 04	CC - Cil 350	06/04/2016	20/04/2016	14	292.07	83.45	
R - 07	CC - Cil 350	06/04/2016	04/05/2016	28	336.21	96.06	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 37 se encuentran ordenados los resultados de la prueba de resistencia a compresión de probetas cilíndricas, codificación CC- Cil, nótese que a los 7 días la resistencia alcanzada es de 238.49 kg/cm^2 , a los 14 días la resistencia es de 292.07 kg/cm^2 y finalmente a la edad de 28 días logró 336.21 kg/cm^2 constituyendo el 96.06% de la resistencia de diseño. En la parte inferior, se encuentra la Figura 23 se visualiza el incremento de la resistencia a medida que pasen los días, siendo el caso de análisis los días 7, 14 y 28 días.



Fuente: Elaboración propia

4.1.2.2.2. Probetas Cúbicas

d) Resistencia de Diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.-

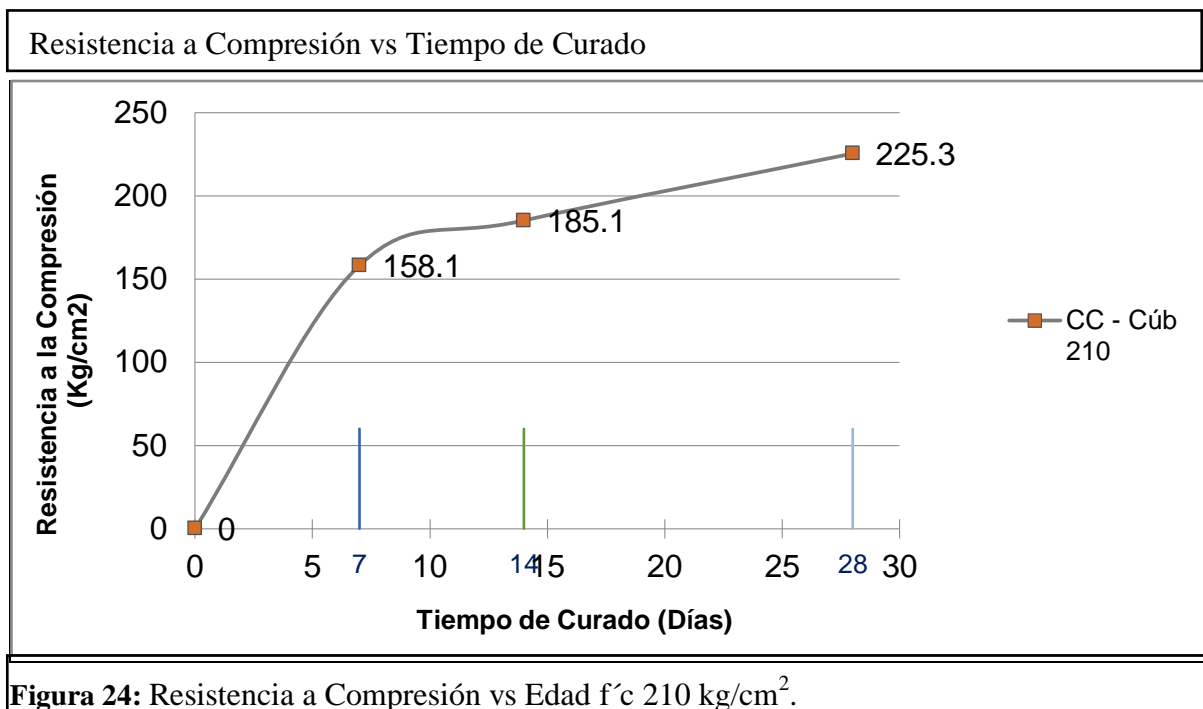
Tabla 38:

Resultado de resistencias a compresión Cúbica - Concreto convencional - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	$f'c$ (Kg/cm2)	%	$f'c$ Diseño (Kg/cm2)
R - 01	CC - Cúb 210	04/04/2016	11/04/2016	7	158.13	75.30	210
R - 04	CC - Cúb 210	04/04/2016	18/04/2016	14	185.12	88.15	
R - 07	CC - Cúb 210	04/04/2016	02/05/2016	28	225.34	107.30	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 38 se encuentran ordenados los resultados de la prueba de resistencia a compresión de probetas cilíndricas, codificación CC- Cúb, nótese que a los 7 días la resistencia alcanzada es de 158.13 kg/cm^2 , a los 14 días la resistencia es de 185.12 kg/cm^2 y finalmente a la edad de 28 días logró 225.34 kg/cm^2 siendo el 107.30% de la resistencia de diseño original. En la Figura 24, se observa el incremento de la resistencia a medida que pasan los días, característica propia del material.



Fuente: Elaboración propia

e) Resistencia de Diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.-

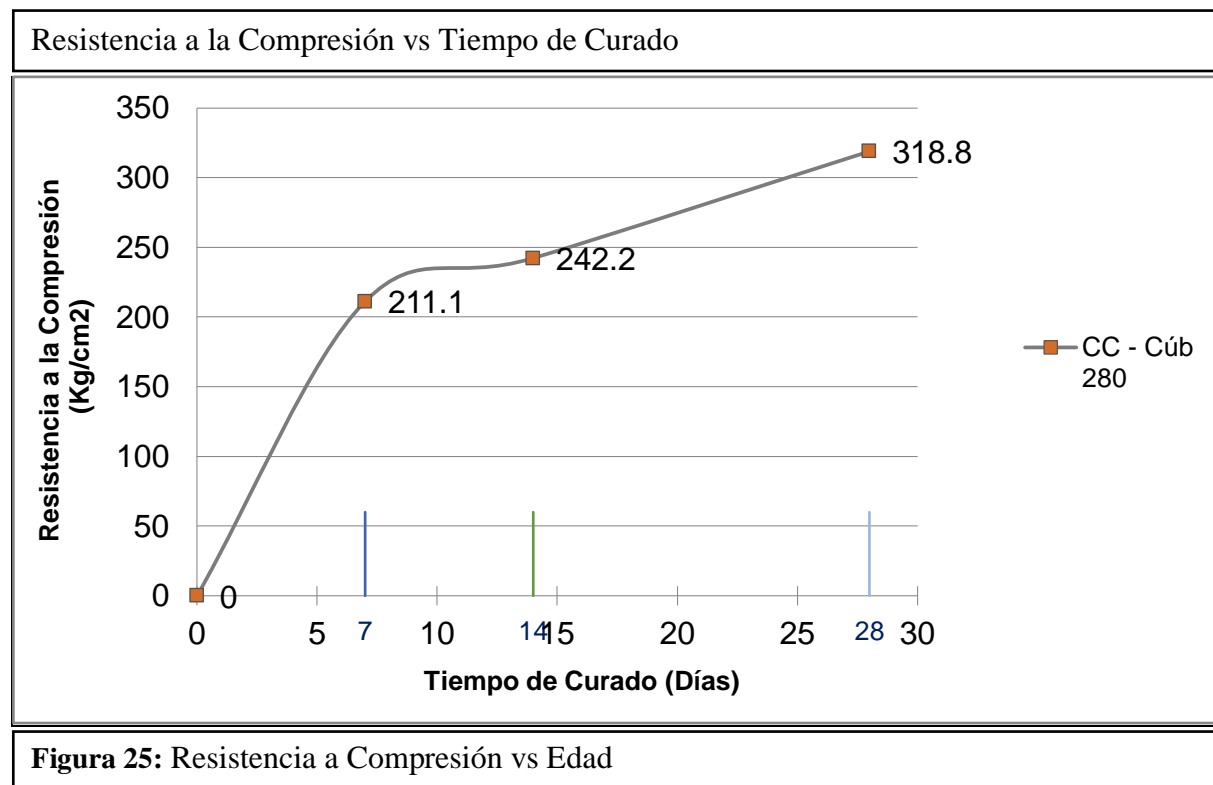
Tabla 39:

Resultado de resistencias a compresión Cúbica - Concreto convencional - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	$f'c$ (Kg/cm2)	%	$f'c$ Diseño (Kg/cm2)
R - 01	CC - Cúb 280	05/04/2016	12/04/2016	7	211.13	75.40	280
R - 04	CC - Cúb 280	05/04/2016	19/04/2016	14	242.22	86.51	
R - 07	CC - Cúb 280	05/04/2016	03/05/2016	28	318.82	113.86	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 39 se encuentran ordenados los resultados de la prueba de resistencia a compresión de probetas cilíndricas, codificación CC- Cúb, nótese que a los 7 días la resistencia alcanzada es de 211.13 kg/cm^2 , a los 14 días la resistencia es de 242.22 kg/cm^2 y finalmente a la edad de 28 días logró 318.82 kg/cm^2 representando un 113.86% de la resistencia de diseño. Además en la Figura 25, se observa el incremento de la resistencia a mediada que pasen los días, como a los 7, 14, y 28 días de edad.



Fuente: Elaboración propia

f) Resistencia de Diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$.-

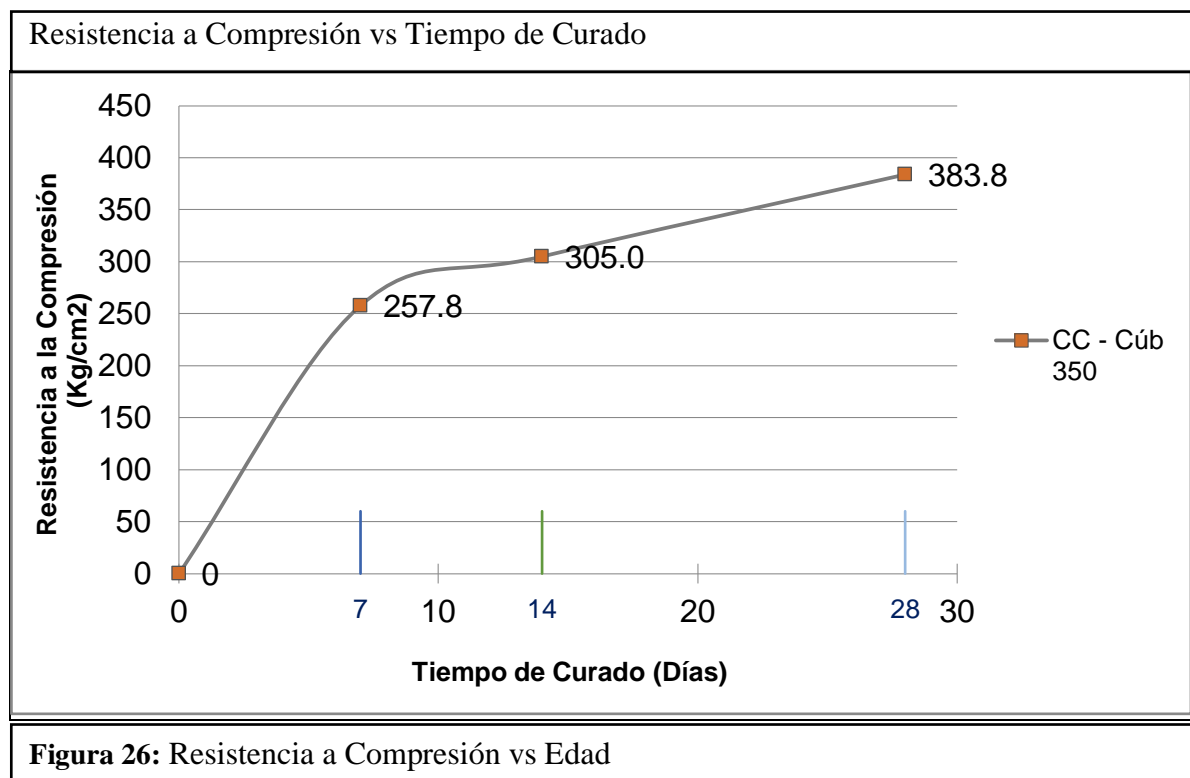
Tabla 40:

Resultado de resistencias a compresión Cúbica - Concreto convencional - $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	$f'c$ (Kg/cm2)	%	$f'c$ Diseño (Kg/cm2)
R - 01	CC - Cúb 350	06/04/2016	13/04/2016	7	257.81	73.66	350
R - 04	CC - Cúb 350	06/04/2016	20/04/2016	14	304.99	87.14	
R - 07	CC - Cúb 350	06/04/2016	04/05/2016	28	383.83	109.67	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 40 se encuentran ordenados los resultados de la prueba de resistencia a compresión de probetas cilíndricas, codificación CC- Cúb, nótese que a los 7 días la resistencia alcanzada es de 257.81 kg/cm^2 , a los 14 días la resistencia es de 304.99 kg/cm^2 y finalmente a la edad de 28 días logró 383.83 kg/cm^2 constituyendo el 109.67% de la resistencia de diseño. En la parte inferior, se encuentra la Figura 26 se observa el incremento de la resistencia a medida que pasen los días.



Fuente: Elaboración propia

4.1.2.3. Tamaño máximo Nominal

Se evaluó también la relación y/o influencia que tenía en la resistencia a compresión el tipo de agregado que se use en el diseño de la mezcla y posterior llenado de probeta. Para ello se compararon diseños de mezcla y ensayos de a compresión de Agregado Grueso de TMN de 3/4" y TMN de 1/2". La comparación de resistencia se realizará entre probetas Cúbicas (20 cm), y esto debido a que en los de ensayos de resistencia a compresión dichas probetas si alcanzaron la resistencia de diseño a los 28 días. Obteniéndose lo siguientes resultados:

4.1.2.3.1. Piedra de TMN 3/4"

En la Tabla 41 se observa que para un diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con Agregado Grueso de TMN 3/4" el porcentaje de resistencia a los 7 días es del 75.30 %; a los 14 días es del 88.15 %; finalmente a los 28 días es del 107.30 %.

Tabla 41:

Resistencia a Compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - TMN 3/4"

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Edad (días)	F'c (Kg/cm2)	F'c promedio (Kg/cm2)	F'c Diseño (Kg/cm2)	%
R - 01	CC - Cúb 210	05/04/2016	7	154.99	158.13	210	75.30
R - 02	CC - Cúb 210	05/04/2016	7	156.37			
R - 03	CC - Cúb 210	05/04/2016	7	163.01			
R - 04	CC - Cúb 210	05/04/2016	14	179.83	185.12	210	88.15
R - 05	CC - Cúb 210	05/04/2016	14	187.39			
R - 06	CC - Cúb 210	05/04/2016	14	188.13			
R - 07	CC - Cúb 210	05/04/2016	28	213.75	225.34	210	107.30
R - 08	CC - Cúb 210	05/04/2016	28	227.45			
R - 09	CC - Cúb 210	05/04/2016	28	234.81			

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 42 se observa que para un diseño de $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ con Agregado Grueso de TMN 3/4" el porcentaje de resistencia a los 7 días es del 75.40 %; a los 14 días es del 86.51 %; finalmente a los 28 días es del 113.86 %.

Tabla 42:

Resistencia a Compresión $f'c = 280\text{ kg/ cm}^2$ - TMN 3/4"

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Edad (días)	f'c (Kg/cm2)	f'c promedio (Kg/cm2)	f'c Diseño (Kg/cm2)	%
R - 01	CC - Cúb 280	05/04/2016	7	207.70	211.13	280	75.40
R - 02	CC - Cúb 280	05/04/2016	7	207.31			
R - 03	CC - Cúb 280	05/04/2016	7	218.37			
R - 04	CC - Cúb 280	06/04/2016	14	239.34	242.22	280	86.51
R - 05	CC - Cúb 280	06/04/2016	14	242.77			
R - 06	CC - Cúb 280	06/04/2016	14	244.56			
R - 07	CC - Cúb 280	06/04/2016	28	311.33	318.82	280	113.86
R - 08	CC - Cúb 280	06/04/2016	28	320.41			
R - 09	CC - Cúb 280	06/04/2016	28	324.72			

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 43 se observa que para un diseño de $f'c = 350\text{kg/cm}^2$ con Agregado Grueso de TMN 3/4" el porcentaje de resistencia a los 7 días es del 73.66 %; a los 14 días es del 87.14 %; finalmente a los 28 días es del 109.67 %.

Tabla 43:

Resistencia a Compresión $f'c = 350\text{ kg/ cm}^2$ - TMN 3/4"

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Edad (días)	f'c (Kg/cm2)	f'c promedio (Kg/cm2)	f'c Diseño (Kg/cm2)	%
R - 01	CC - Cúb 350	05/04/2016	7	249.81	257.81	350	73.66
R - 02	CC - Cúb 350	05/04/2016	7	259.68			
R - 03	CC - Cúb 350	05/04/2016	7	263.93			
R - 04	CC - Cúb 350	05/04/2016	14	300.58	304.99	350	87.14
R - 05	CC - Cúb 350	05/04/2016	14	305.87			
R - 06	CC - Cúb 350	05/04/2016	14	308.51			
R - 07	CC - Cúb 350	05/04/2016	28	374.81	383.83	350	109.67
R - 08	CC - Cúb 350	05/04/2016	28	384.95			
R - 09	CC - Cúb 350	05/04/2016	28	391.74			

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.3.2. Piedra de TMN 1/2"

En la Tabla 44 se observa que para un diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con Agregado Grueso de TMN 1/2" el porcentaje de resistencia a los 7 días es del 73.65 %; a los 14 días es del 87.59 %; finalmente a los 28 días es del 106.78 %.

Tabla 44:

Resistencia a Compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - TMN 1/2"

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Edad (días)	F'c (Kg/cm2)	F'c promedio (Kg/cm2)	F'c Diseño (Kg/cm2)	%
R - 01	CC - Cúb 210	17/06/2016	7	156.02	154.66	210	73.65
R - 02	CC - Cúb 210	17/06/2016	7	153.55			
R - 03	CC - Cúb 210	17/06/2016	7	154.40			
R - 04	CC - Cúb 210	17/06/2016	14	185.59	183.93	210	87.59
R - 05	CC - Cúb 210	17/06/2016	14	174.67			
R - 06	CC - Cúb 210	17/06/2016	14	191.53			
R - 07	CC - Cúb 210	17/06/2016	28	226.68	224.24	210	106.78
R - 08	CC - Cúb 210	17/06/2016	28	227.29			
R - 09	CC - Cúb 210	17/06/2016	28	218.75			

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 45 se observa que para un diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con Agregado Grueso de TMN 1/2" el porcentaje de resistencia a los 7 días es del 74.84 %; a los 14 días es del 83.65 %; finalmente a los 28 días es del 104.48 %.

Tabla 45:

Resistencia a Compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - TMN 1/2"

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Edad (días)	f'c (Kg/cm2)	f'c promedio (Kg/cm2)	f'c Diseño (Kg/cm2)	%
R - 01	CC - Cúb 280	17/06/2016	7	208.69	209.54	280	74.84
R - 02	CC - Cúb 280	17/06/2016	7	202.79			
R - 03	CC - Cúb 280	17/06/2016	7	217.14			
R - 04	CC - Cúb 280	17/06/2016	14	225.61	234.22	280	83.65
R - 05	CC - Cúb 280	17/06/2016	14	238.98			
R - 06	CC - Cúb 280	17/06/2016	14	238.07			
R - 07	CC - Cúb 280	17/06/2016	28	290.53	292.55	280	104.48
R - 08	CC - Cúb 280	17/06/2016	28	288.10			
R - 09	CC - Cúb 280	17/06/2016	28	299.03			

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 46 se observa que para un diseño de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con Agregado Grueso de TMN 1/2" el porcentaje de resistencia a los 7 días es del 72.20 %; a los 14 días es del 85.48 %; finalmente a los 28 días es del 105.67 %.

Tabla 46:

Resistencia a Compresión $f'c = 350\text{ kg/cm}^2$ - TMN 1/2"

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Edad (días)	f'c (Kg/cm2)	f'c promedio (Kg/cm2)	f'c Diseño (Kg/cm2)	%
R - 01	CC - Cúb 350	17/06/2016	7	249.08	252.70	350	72.20
R - 02	CC - Cúb 350	17/06/2016	7	248.40			
R - 03	CC - Cúb 350	17/06/2016	7	260.61			
R - 04	CC - Cúb 350	17/06/2016	14	304.82	299.18	350	85.48
R - 05	CC - Cúb 350	17/06/2016	14	294.85			
R - 06	CC - Cúb 350	17/06/2016	14	297.88			
R - 07	CC - Cúb 350	17/06/2016	28	362.57	369.84	350	105.67
R - 08	CC - Cúb 350	17/06/2016	28	369.92			
R - 09	CC - Cúb 350	17/06/2016	28	377.02			

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.3.3. Comparación de TMN

En la Tabla 47 se observa que para un diseño de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con Agregado Grueso de TMN 1/2" el porcentaje de resistencia a los 7, 14 y 28 días disminuye considerablemente con respecto al diseño con TMN de 3/4".

Tabla 47:

Resistencia a compresión $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ TMN 3/4" – 1/2"

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Edad (días)	F'c promedio (Kg/cm2)	%	F'c promedio (Kg/cm2)	%
R - 01	CC - Cúb 210	7	158.13	75.30	154.66	73.65
R - 02	CC - Cúb 210	7				
R - 03	CC - Cúb 210	7				
R - 04	CC - Cúb 210	14	185.12	88.15	183.93	87.59
R - 05	CC - Cúb 210	14				
R - 06	CC - Cúb 210	14				
R - 07	CC - Cúb 210	28	225.34	107.30	224.24	106.78
R - 08	CC - Cúb 210	28				
R - 09	CC - Cúb 210	28				

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 48 se observa que para un diseño de $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ con Agregado Grueso de TMN 1/2" el porcentaje de resistencia a los 7, 14 y 28 días disminuye considerablemente con respecto al diseño con TMN de 3/4".

Tabla 48:

Resistencia a compresión $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ TMN 3/4" – 1/2"

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Edad (días)	f'c promedio (Kg/cm2)	%	f'c promedio (Kg/cm2)	%
R - 01	CC - Cúb 280	7	211.13	75.40	209.54	74.84
R - 02	CC - Cúb 280	7				
R - 03	CC - Cúb 280	7				
R - 04	CC - Cúb 280	14	242.22	86.51	234.22	83.65
R - 05	CC - Cúb 280	14				
R - 06	CC - Cúb 280	14				
R - 07	CC - Cúb 280	28	318.82	113.86	292.55	104.48
R - 08	CC - Cúb 280	28				
R - 09	CC - Cúb 280	28				

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 49 se observa que para un diseño de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con Agregado Grueso de TMN 1/2" el porcentaje de resistencia a los 7, 14 y 28 días disminuye considerablemente con respecto al diseño con TMN de 3/4".

Tabla 49:

Resistencia a compresión $f'c = 350\text{kg/cm}^2$ TMN 3/4" – 1/2"

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Edad (días)	f'c promedio (Kg/cm2)	%	f'c promedio (Kg/cm2)	%
R - 01	CC - Cúb 350	7	257.81	73.66	252.70	72.20
R - 02	CC - Cúb 350	7				
R - 03	CC - Cúb 350	7				
R - 04	CC - Cúb 350	14	304.99	87.14	299.18	85.48
R - 05	CC - Cúb 350	14				
R - 06	CC - Cúb 350	14				
R - 07	CC - Cúb 350	28	383.83	109.67	369.84	105.67
R - 08	CC - Cúb 350	28				
R - 09	CC - Cúb 350	28				

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Descripción del proceso de Fracturación:

A continuación se describe el proceso de fracturación de cada espécimen de concreto, proceso que fue observado durante el ensayo de compresión, para ello se empleó la Figura 27:

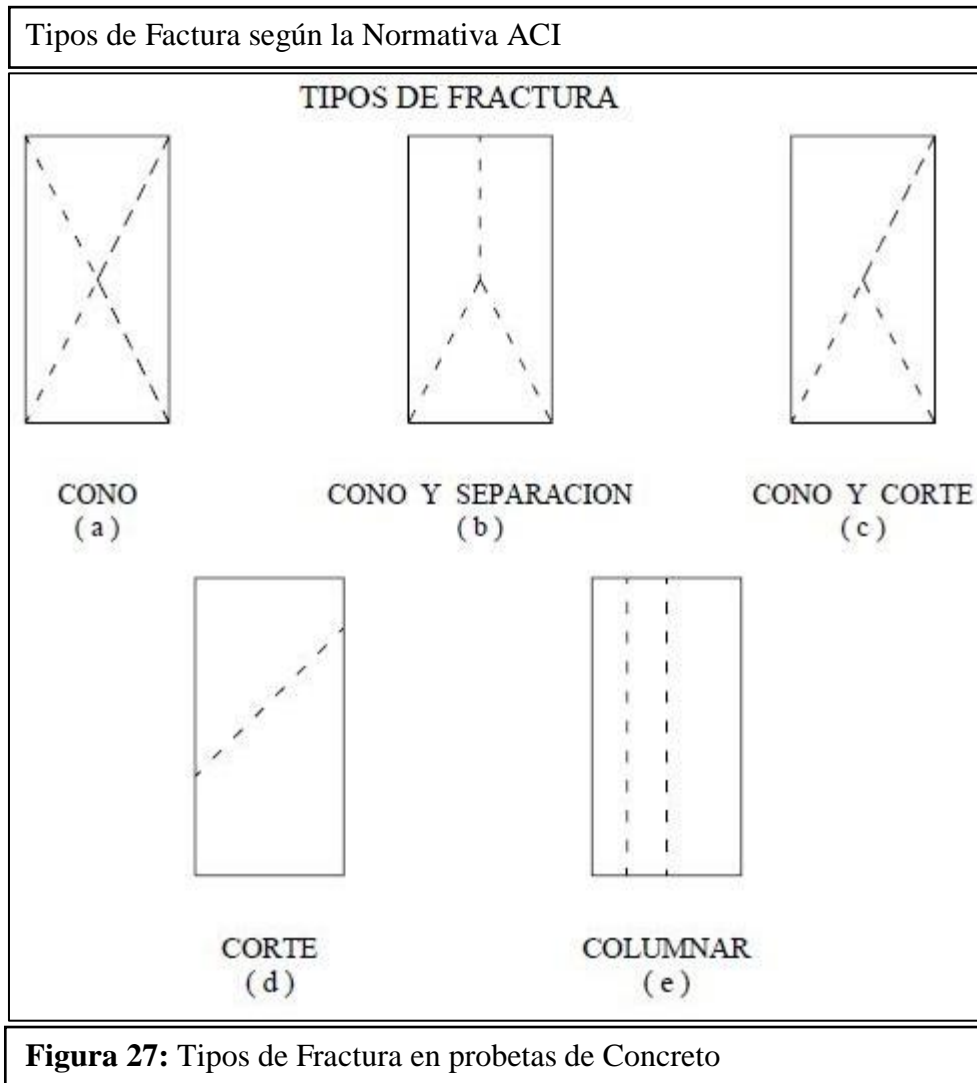


Figura 27: Tipos de Fractura en probetas de Concreto

Fuente: (UTPL, 1976).

4.1.3.1. Probetas Cilíndricas

En la Figura 28 se aprecia las fases de fisuración hasta llegar a la fractura de una probeta cilíndrica (10 cm x 20 cm).

La primera toma corresponde a la edad de 7 días, al ensayar las probetas e ir incrementándose la carga (kg-f) se notó que las primeras fisuras se producen en la parte inferior, sea derecha o izquierda, presentando adicionalmente descaramiento en dichas caras.

A los 14 días el tamaño de la falla se incrementó por ello la pérdida también se vio incrementada, podemos notar fracturas laterales en la parte inferior de la probeta.

Finalmente, a la edad de 28 días, edad en la que el concreto alcanza su máxima resistencia, es decir la resistencia de diseño, a esa edad al ser sometido a la fuerza de compresión ejercida por la prensa de ensayo esta presenta una fractura Tipo (b) Cono y separación, es decir parte del espécimen se separa desde la parte superior hasta una y/o las dos esquinas de la parte inferior de la probeta.

4.1.3.2. Probetas Cúbicas

En la Figura 29; se observa que a la edad de 7 días, al ensayar las muestras cúbicas se presentaron grietas verticales desde la parte superior a la inferior, se observó también que a lo largo del ensayo se van creando grietas en forma de cono no bien formados, estas grietas son constantes en las cuatro caras del espécimen.

Lo mismo se observó a los 14 días de edad, la probetas presentaron el mismo patrón de falla, como se muestra presente en las tomas.

A los 28 días se observó que el tipo de fractura es de Tipo (e) Columnar ya que presentan grietas de acolumnado vertical a través de ambos extremos.



Figura 28: Proceso de Fracturación en Probetas Cilíndricas vs Día de ensayo.

Fuente: Toma propia.



Figura 29: Proceso de Fracturación en Probetas Cúbicas vs Día de ensayo.

Fuente: Toma propia.

Comparándose ya ambos especímenes (probetas cilíndricas y probetas cúbicas) se visualiza que durante el ensayo para calcular su resistencia a compresión, aquella probetas que presenta más grietas y por ende mayor pérdida de sección son las probetas cúbica, siendo estas la de mayor área de contacto y menor esbeltez, resistiendo por ello mayor carga, es decir al estar sometido a mayores fuerzas de compresión esta sufre mayores fallas (siendo del tipo columnar) originando su final fractura.

4.1.4. Comparación de la Resistencia a compresión

4.1.4.1. A los 7 días

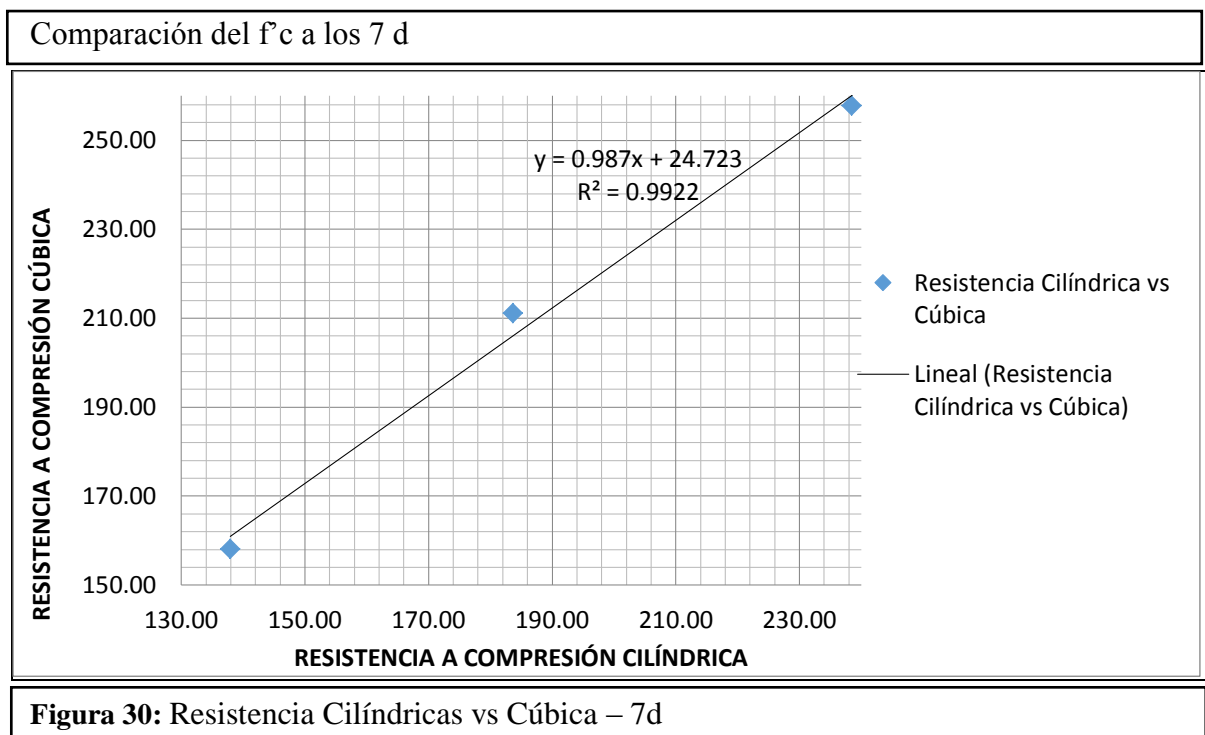
En la Tabla 50 se observa que al realizar la diferencia entre la resistencia Cilíndrica y la resistencia a compresión de probetas cúbicas el valor obtenido fue negativo, ya que los valores de la resistencia a compresión cúbica son mayores, del cuadro se desprende que para un diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ igual a -20.17 kg/cm^2 , para el diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ la diferencia es de -27.43 kg/cm^2 , finalmente para $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ igual a -19.32 kg/cm^2 valores que son reflejados en la Figura 30 con una línea de tendencia que representa el 99% de los valores.

Tabla 50:

7d - Diferencia de la Resistencia Cilíndrica vs Cúbica

Mezcla de Diseño	7 días		
	Resistencia Cilíndrica (kg/cm ²)	Resistencia Cúbica (kg/cm ²)	Diferencia (kg/cm ²)
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	137.96	158.13	-20.17
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	183.70	211.13	-27.43
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$	238.49	257.81	-19.32

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

4.1.4.2. A los 14 días

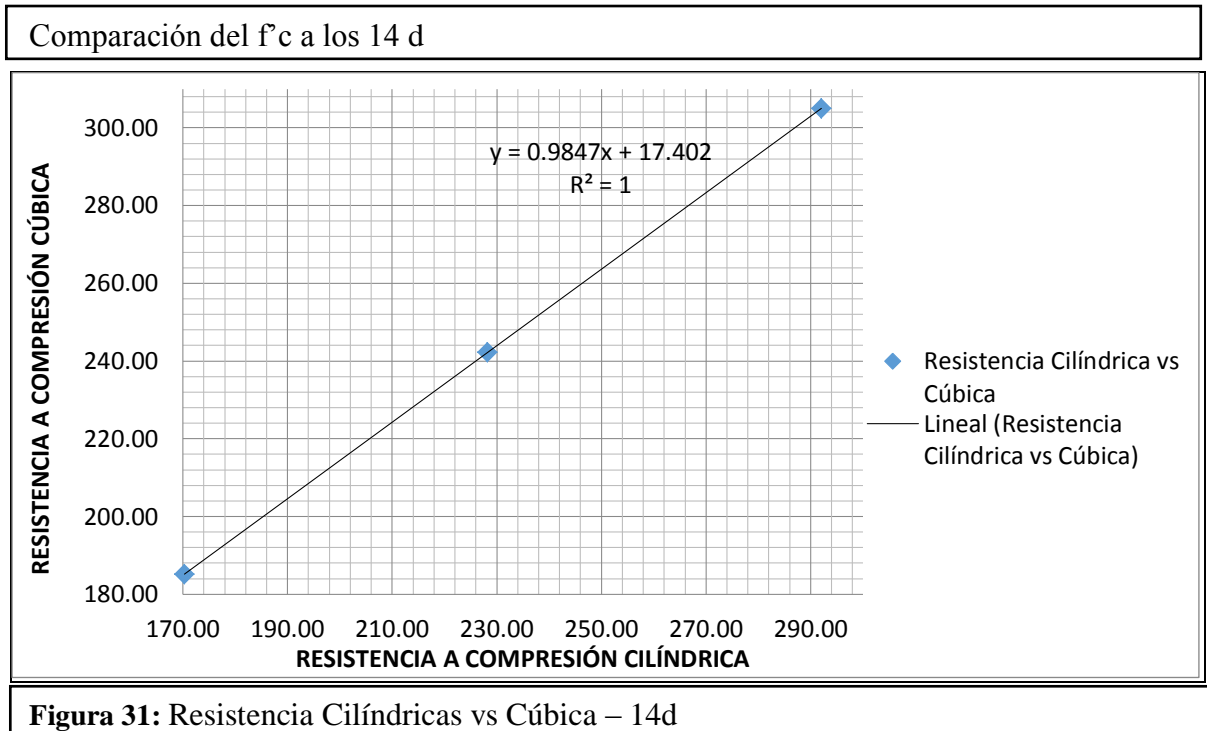
En la Tabla 51 A la edad de 14 días se observa que la diferencia entre las resistencias a compresión de probetas cilíndricas y cúbicas es negativo, ya que los valores fueron mayores, del cuadro se desprende que para un diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ igual a -14.78 kg/cm^2 , para el diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ la diferencia es de -13.94 kg/cm^2 , finalmente para $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ igual a -12.92 kg/cm^2 valores que son reflejados en la Figura 31 con una línea de tendencia que representa el 100% de los valores.

Tabla 51:

14d - Diferencia de la Resistencia Cilíndrica vs Cúbica

Mezcla de Diseño	14 días		
	Resistencia Cilíndrica (kg/cm ²)	Resistencia Cúbica (kg/cm ²)	Diferencia (kg/cm ²)
f'c = 210 kg/cm²	170.34	185.12	-14.78
f'c = 280 kg/cm²	228.28	242.22	-13.94
f'c = 350 kg/cm²	292.07	304.99	-12.92

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia.

4.1.4.3. A los 28 días

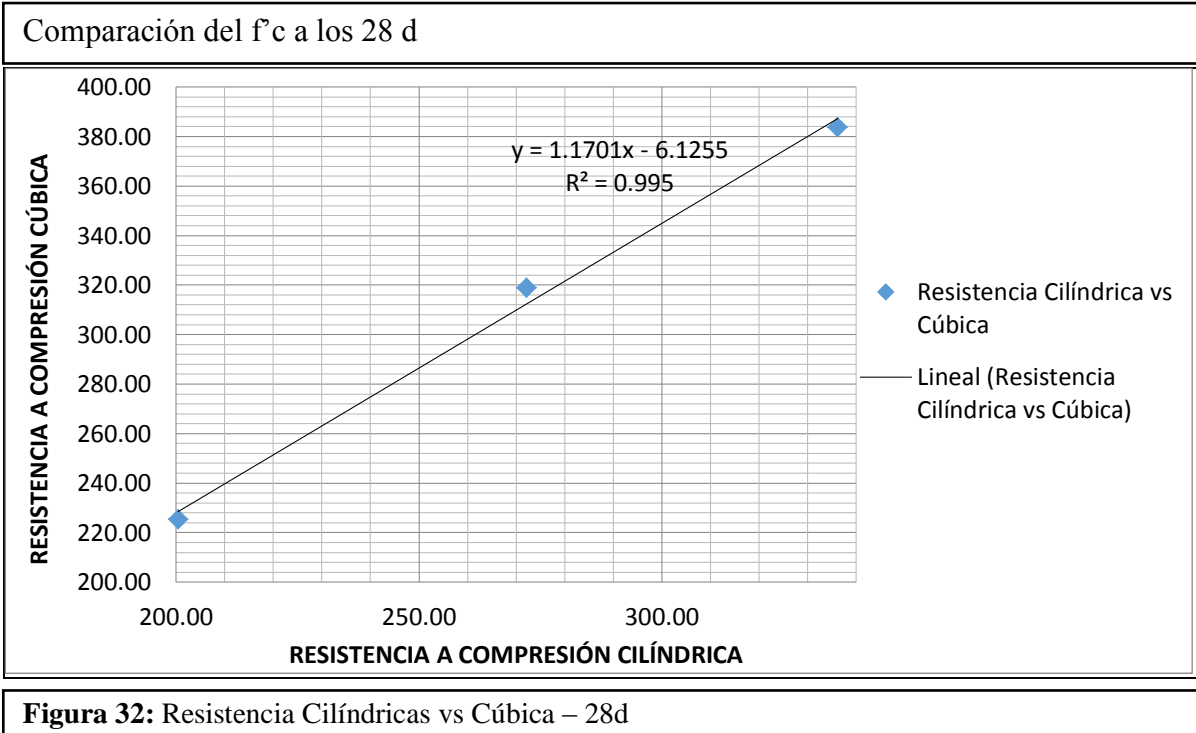
En la Tabla 52 se observa que al incrementarse la resistencia de diseño la diferencia entre las muestra cilíndricas y cúbicas notamos valores para un f'c = 210 kg/cm² igual a - 24.90 kg/cm², mientras que para un diseños de f'c = 280 kg/cm² y f'c = 350 kg/cm² bordean valores cercanos a 50 kg/cm², valores de - 46.67 kg/cm² y - 47.62 kg/cm² respectivamente; valores que son reflejados en la figura 32 con una línea de tendencia que representa el 99.5% de los valores.

Tabla N° 52:

28d - Diferencia de la Resistencia Cilíndrica vs Cúbica

Mezcla de Diseño	28 días		
	Resistencia Cilíndrica (kg/cm ²)	Resistencia Cúbica (kg/cm ²)	Diferencia (kg/cm ²)
f'c = 210 kg/cm ²	200.44	225.34	-24.90
f'c = 280 kg/cm ²	272.15	318.82	-46.67
f'c = 350 kg/cm ²	336.21	383.83	-47.62

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia.

4.1.5. Propiedades geométricas de las Probetas

1. Área

Conociendo la fórmula para calcular la resistencia a compresión:

Ecuación 6

Cálculo del volumen del espécimen

$$R = \frac{P}{A}$$

Se pueden establecer dos relaciones:

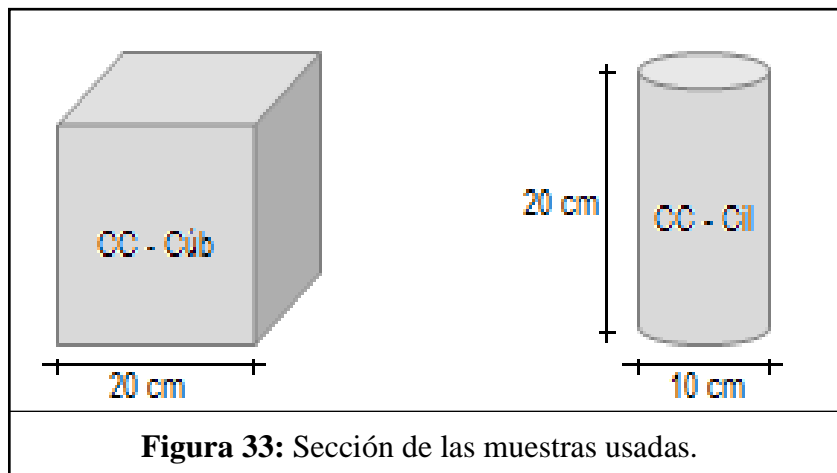
- a) La carga máxima es directamente proporcional a la resistencia a compresión, es decir, mientras mayor sea la carga que soporte el espécimen sin fallar el valor de la resistencia será también mayor.
- b) El área es inversamente proporcional a la resistencia a compresión, es decir, mientras mayor sea la sección de contacto durante el ensayo, menor será la resistencia que esta pueda resistir.

Por ello, el área de contacto, influye en el cálculo de la resistencia a compresión, el cubo de 0.040 m^2 y el cilindro tiene un área de 0.008 m^2 .

2. Esbeltez

De lo dicho anteriormente en el apartado 2.3.3. *Fuerza de Fricción*, se desprende que la forma de la probeta no influiría en la diferencia de resultados, sino que la esbeltez de éstas.

En relación a la esbeltez, ya de manera específica, las muestras realizadas en esta investigación, el cubo tiene una esbeltez igual a 1 ($h=20 \text{ cm}/ B=20 \text{ cm}$) y el cilindro de 2 ($h=20 \text{ cm}/ D=10 \text{ cm}$).



Fuente: Elaboración propia.

4.1.6. **Contrastación de la Hipótesis – $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

Para la contrastación de hipótesis se procedió a la realización de Pruebas con los indicadores de la Variable Resistencia a Compresión del Concreto. Los principales indicadores que hemos considerado son:

- Resistencia a compresión Cilíndrica del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Resistencia a compresión Cúbica del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Prueba de Hipótesis – $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$:

Indicador: Resistencia a Compresión Cilíndrica de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ vs Resistencia a Compresión Cúbica de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de concreto convencional.

Tabla N° 53:

Cuadro Resumen de la Resistencia a Compresión – 28 d

f'c = 210 kg/cm²			
Edad (días)	ENSAYO	RESISTENCIA CILÍNDRICA (kg/cm ²)	RESISTENCIA CÚBICA (kg/cm ²)
28 días	01	196.04	213.75
28 días	02	201.88	234.81
28 días	03	203.39	227.45
Promedio		200.43776	225.33658
Varianza		15.04229	114.28558

Fuente: Elaboración Propia.

c) *Formulación de Hipótesis.-*

$$H_0 = \mu_{CP} - \mu_{CA} = 0$$

La Resistencia a Compresión Cilíndrica de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ es igual a la Resistencia a Compresión Cúbica de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ de concreto convencional.

$$H_A = \mu_{CP} - \mu_{CA} < 0$$

La Resistencia a Compresión Cúbica de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ es mayor a la Resistencia a Compresión Cilíndrica de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ de concreto convencional.

Siendo

H_0 : Hipótesis Nula.

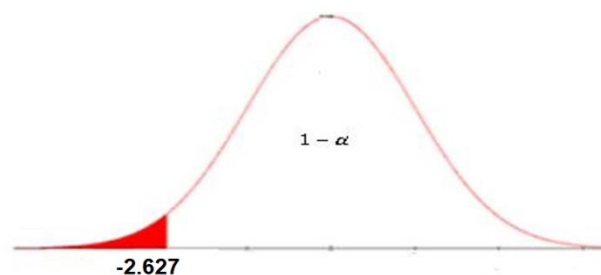
H_A : Hipótesis Alterna.

μ_{CP} : Resistencia a compresión cilíndrica de $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

μ_{CA} : Resistencia a compresión cilíndrica de $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

d) *Nivel de Significancia.-* $\alpha = 0.05$

e) *Estadístico de Prueba.-*



$$T = \frac{(\bar{X}_{CP} - \bar{X}_{CA})}{\sqrt{\frac{S_{CP}^2}{n_C} + \frac{S_{CA}^2}{n_A}}}$$

Donde:

\bar{X}_{CP} : Media de la resistencia a compresión cilíndrica.

\bar{X}_{CA} : Media de la resistencia a compresión cilíndrica.

$\mu_{CP} - \mu_{CA}$: Diferencia hipotética de las medias.

S_{CP}^2 : Varianza de la resistencia a compresión cilíndrica.

S_{CA}^2 : Varianza de la resistencia a compresión cúbica.

n_C y n_A : Número de observaciones de la resistencia a compresión cilíndrica y cúbica, respectivamente.

f) *Región Crítica:*

Valor crítico de T: $t_{(1-\alpha,r)}$

$\alpha = 0.05$

$n_C = 3$

$n_A = 3$

Y utilizando la Tabla N°38, obtendremos:

$$r = \frac{\left[\frac{S_{CP}^2}{n_C} + \frac{S_{CA}^2}{n_A}\right]^2}{\frac{\left[\frac{S_{CP}^2}{n_C}\right]^2}{n_C - 1} + \frac{\left[\frac{S_{CA}^2}{n_A}\right]^2}{n_A - 1}}$$

$$r = \frac{\left[\frac{15.04229}{3} + \frac{114.28558}{3}\right]^2}{\frac{\left[\frac{15.04229}{3}\right]^2}{2} + \frac{\left[\frac{114.28558}{3}\right]^2}{2}}$$

$$r = 2.52$$

Por lo tanto: $t_{(1-\alpha,r)} = 2.627$

g) *Valor del estadístico:*

$$T = \frac{(\bar{X}_{cP} - \bar{X}_{cA})}{\sqrt{\frac{S_{cP}^2}{n_C} + \frac{S_{cA}^2}{n_A}}}$$

$$t = \frac{(\bar{X}_{cP} - \bar{X}_{cA})}{\sqrt{\frac{S_{cP}^2}{n_C} + \frac{S_{cA}^2}{n_A}}}$$

$$t = -6.56577$$

h) *Decisión:*

$t_{critico} = -6.56577 \in$ a la región crítica. Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

i) *Grado de confianza:*

A un 95% de confianza se estima que la Resistencia a Compresión Cúbica de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ es mayor a la Resistencia a Compresión Cilíndrica de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de concreto convencional.

4.1.7. Contrastación de la Hipótesis – $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Para la contrastación de hipótesis se procedió a la realización de Pruebas con los indicadores de la Variable Resistencia a Compresión del Concreto. Los principales indicadores que hemos considerado son:

- Resistencia a compresión Cilíndrica del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.
- Resistencia a compresión Cúbica del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Prueba de Hipótesis – $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$:

Indicador: Resistencia a Compresión Cilíndrica de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ vs Resistencia a Compresión Cúbica de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ de concreto convencional.

Tabla N° 54:

Cuadro Resumen de la Resistencia a Compresión – 28 d

f'c = 280 kg/cm²			
Edad (días)	ENSAYO	RESISTENCIA CILÍNDRICA (kg/cm ²)	RESISTENCIA CÚBICA (kg/cm ²)
28 días	01	269.06	311.33
28 días	02	276.98	324.72
28 días	03	270.42	320.41
Promedio		272.15408	318.82042
Varianza		17.90473	46.70089

Fuente: Elaboración Propia.

c) *Formulación de Hipótesis.-*

$$H_0 = \mu_{CP} - \mu_{CA} = 0$$

La Resistencia a Compresión Cúbica de $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ es igual a la Resistencia a Compresión Cilíndrica de $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ de concreto convencional.

$$H_A = \mu_{CP} - \mu_{CA} < 0$$

La Resistencia a Compresión Cúbica de $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ es mayor a la Resistencia a Compresión Cilíndrica de $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ de concreto convencional.

Siendo

H_0 : Hipótesis Nula.

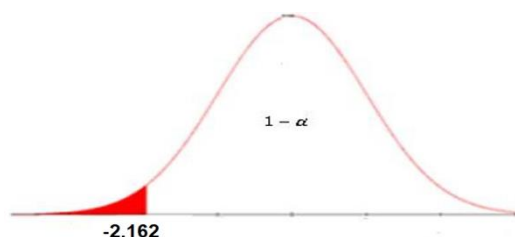
H_A : Hipótesis Alterna.

μ_{CP} : Resistencia a compresión cilíndrica de $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

μ_{CA} : Resistencia a compresión cilíndrica de $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

d) *Nivel de Significancia.-* $\alpha = 0.05$

e) *Estadístico de Prueba.-*



$$T = \frac{(\bar{X}_{CP} - \bar{X}_{CA})}{\sqrt{\frac{S_{CP}^2}{n_C} + \frac{S_{CA}^2}{n_A}}}$$

Donde:

\bar{X}_{CP} : Media de la resistencia a compresión cilíndrica.

\bar{X}_{CA} : Media de la resistencia a compresión cilíndrica.

$\mu_{CP} - \mu_{CA}$: Diferencia hipotética de las medias.

S_{CP}^2 : Varianza de la resistencia a compresión cilíndrica.

S_{CA}^2 : Varianza de la resistencia a compresión cúbica.

n_C y n_A : Número de observaciones de la resistencia a compresión cilíndrica y cúbica, respectivamente.

f) *Región Crítica:*

Valor crítico de T: $t_{(1-\alpha,r)}$

$\alpha = 0.05$

$n_C = 3$

$n_A = 3$

Y utilizando la Tabla N°54, obtendremos:

$$r = \frac{\left[\frac{S_{CP}^2}{n_C} + \frac{S_{CA}^2}{n_A}\right]^2}{\frac{\left[\frac{S_{CP}^2}{n_C}\right]^2}{n_C - 1} + \frac{\left[\frac{S_{CA}^2}{n_A}\right]^2}{n_A - 1}}$$

$$r = \frac{\left[\frac{17.90473}{3} + \frac{46.70089}{3}\right]^2}{\frac{\left[\frac{17.90473}{3}\right]^2}{2} + \frac{\left[\frac{46.70089}{3}\right]^2}{2}}$$

$$r = 3.34$$

Por lo tanto: $t_{(1-\alpha,r)} = 2.162$ (Ver tabla Anexo 1.)

g) *Valor del estadístico:*

$$T = \frac{(\bar{X}_{cP} - \bar{X}_{cA})}{\sqrt{\frac{S_{cP}^2}{n_C} + \frac{S_{cA}^2}{n_A}}}$$

$$t = \frac{(\bar{X}_{cP} - \bar{X}_{cA})}{\sqrt{\frac{S_{cP}^2}{n_C} + \frac{S_{cA}^2}{n_A}}}$$

$$t = -4.64060$$

h) *Decisión:*

$t_{critico} = -4.64060 \in$ a la región crítica. Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

i) *Grado de confianza:*

A un 95% de confianza se estima que la Resistencia a Compresión Cúbica de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ es mayor a la Resistencia a Compresión Cilíndrica de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ de concreto convencional

4.1.8. Contrastación de la Hipótesis – $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$

Para la contrastación de hipótesis se procedió a la realización de Pruebas con los indicadores de la Variable Resistencia a Compresión del Concreto. Los principales indicadores que hemos considerado son:

- Resistencia a compresión Cilíndrica del concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$.
- Resistencia a compresión Cúbica del concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$.

Prueba de Hipótesis – $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$:

Indicador: Resistencia a Compresión Cilíndrica de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ vs Resistencia a Compresión Cúbica de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ de concreto convencional.

Tabla 55:

Cuadro Resumen de la Resistencia a Compresión – 28 d

f'c = 350 kg/cm²			
Edad (días)	ENSAYO	RESISTENCIA CILÍNDRICA (kg/cm ²)	RESISTENCIA CÚBICA (kg/cm ²)
28 días	01	339.75	374.81
28 días	02	329.39	384.95
28 días	03	339.48	391.74
Promedio		336.20795	383.83258
Varianza		34.83355	72.55500

Fuente: Elaboración Propia.

c) *Formulación de Hipótesis.-*

$$H_0 = \mu_{CP} - \mu_{CA} = 0$$

La Resistencia a Compresión Cúbica de $f'c = 350\text{kg/cm}^2$ es igual a la Resistencia a Compresión Cilíndrica de $f'c = 350\text{kg/cm}^2$ de concreto convencional.

$$H_A = \mu_{CP} - \mu_{CA} < 0$$

La Resistencia a Compresión Cúbica de $f'c = 350\text{kg/cm}^2$ es mayor a la Resistencia a Compresión Cilíndrica de $f'c = 350\text{kg/cm}^2$ de concreto convencional.

Siendo

H_0 : Hipótesis Nula.

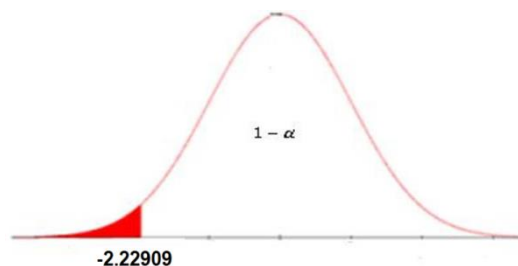
H_A : Hipótesis Alterna.

μ_{CP} : Resistencia a compresión cilíndrica de $f'c=350\text{kg/cm}^2$.

μ_{CA} : Resistencia a compresión cilíndrica de $f'c=350\text{kg/cm}^2$.

d) *Nivel de Significancia.-* $\alpha = 0.05$

e) *Estadístico de Prueba.-*



$$T = \frac{(\bar{X}_{CP} - \bar{X}_{CA})}{\sqrt{\frac{S_{CP}^2}{n_C} + \frac{S_{CA}^2}{n_A}}}$$

Donde:

\bar{X}_{CP} : Media de la resistencia a compresión cilíndrica.

\bar{X}_{CA} : Media de la resistencia a compresión cilíndrica.

$\mu_{CP} - \mu_{CA}$: Diferencia hipotética de las medias.

S_{CP}^2 : Varianza de la resistencia a compresión cilíndrica.

S_{CA}^2 : Varianza de la resistencia a compresión cúbica.

n_C y n_A : Número de observaciones de la resistencia a compresión cilíndrica y cúbica, respectivamente.

f) *Región Crítica:*

Valor crítico de T: $t_{(1-\alpha,r)}$

$\alpha = 0.05$

$n_C = 3$

$n_A = 3$

Y utilizando la Tabla N°55, obtendremos:

$$r = \frac{\left[\frac{S_{CP}^2}{n_C} + \frac{S_{CA}^2}{n_A}\right]^2}{\frac{\left[\frac{S_{CP}^2}{n_C}\right]^2}{n_C - 1} + \frac{\left[\frac{S_{CA}^2}{n_A}\right]^2}{n_A - 1}}$$

$$r = \frac{\left[\frac{17.90473}{3} + \frac{46.70089}{3}\right]^2}{\frac{\left[\frac{17.90473}{3}\right]^2}{2} + \frac{\left[\frac{46.70089}{3}\right]^2}{2}}$$

$$r = 3.56$$

Por lo tanto: $t_{(1-\alpha,r)} = 2.22909$ (Ver tabla Anexo 1.)

g) *Valor del estadístico:*

$$T = \frac{(\bar{X}_{cP} - \bar{X}_{cA})}{\sqrt{\frac{S_{cP}^2}{n_C} + \frac{S_{cA}^2}{n_A}}}$$

$$t = \frac{(\bar{X}_{cP} - \bar{X}_{cA})}{\sqrt{\frac{S_{cP}^2}{n_C} + \frac{S_{cA}^2}{n_A}}}$$

$$t = -5.98299$$

h) *Decisión:*

$t_{critico} = -5.98299 \in$ a la región crítica. Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

i) *Grado de confianza:*

A un 95% de confianza se estima que la Resistencia a Compresión Cúbica de $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ es mayor a la Resistencia a Compresión Cilíndrica de $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ de concreto convencional

4.2. Discusión de Resultados

4.2.1. La dosificación de un diseño de mezclas dependerán específicamente de las propiedades que cada material, dígase agregados, cemento o agua, para determinarse así los pesos y volúmenes adecuados para alcanzar la resistencia de diseño, es por ello, que descrito los materiales utilizados en secciones anteriores de esta investigación, y no se encontraron grado de comparación con otras investigaciones, sin embargo la dosificación con las resistencias aquí obtenidas cumplen con los parámetros normativos de la NTP, así que pueden ser considerados para posteriores investigaciones.

4.2.2. La relación de agua y cemento se ve reducida debido a la concentración de cemento que necesitará la mezcla para alcanzar la resistencia de diseño, esto se nota claramente en la Tabla N° 28. La Norma NTP 339.035; 2009. (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams asegura para que el concreto sea una mezcla trabajable y permita su manejabilidad es necesario que cumple un asentamiento de 3" – 4", en la Tabla N° 29 se observa que el asentamiento para los 3 diseños (3.75", 3.5" y 4") el slump cumple con lo establecido en la norma.

4.2.3. La norma peruana NTP 339.034; 2008. (CONCRETO). Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto, y la norma Chilena NCh1037.EOf 2009 HORMIGÓN Y MORTERO. Hormigón – Ensayo de compresión de probetas cúbicas y cilíndricas nos otorga figuras para clasificar el tipo de falla, no se especifica cual será el proceso de fracturación en función a la edad del concreto para alcanzar la resistencia, sin embargo, como producto de esta experiencia se notó que las probetas cilíndricas fallan en lateralmente en la parte superior o inferior y posteriormente presentan una fractura tipo cono no bien formados hasta la separación. Mientras que las probetas cúbicas presentan el mismo tipo de fractura a pesar del día de ensayo, a los 7, 14, 28 presentaron una fractura del tipo Columnar.

4.2.4. Obtenido ya las diferencias entre la resistencia a compresión cilíndricas y cúbicas, y comparando únicamente las diferencias a los 28 días, procedimos a convertir las resistencias y analizar dichos resultados:

a) Norma Chilena (NCh 170.Of1985) vs Datos de la Investigación:

Tabla N° 6: Transformación de resistencia – NCh 170.Of1985

Resistencia cúbica (kg/cm ²)	Resistencia cilíndrica (kg/cm ²)
200	160
250	200
300	250
350	300

Ya que la norma convierte la resistencia a compresión de probetas cúbicas (de 20 cm) a resistencia cilíndrica (de 10cm), se procedió a la comparación de la siguiente.

Tabla 56:

Valores del f'c transformando con la NCh

f'c – CÚBICA	Investigación (CILÍNDRICA)	NCh (CILÍNDRICA)
f'c = 225.38 kg/cm ²	f'c = 200.44 kg/cm ²	f'c = 180.30 kg/cm ²
f'c = 318.82 kg/cm ²	f'c = 272.15 kg/cm ²	f'c = 268.82 kg/cm ²
f'c = 383.83 kg/cm ²	f'c = 336.21 kg/cm ²	f'c = 333.83 kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Se nota que la diferencia entre los valores hallados durante la investigación y los convertidos con uso de esta Norma son mínimos para resistencias superiores a 280 kg/cm², sin embargo para un resistencia de f'c = 210 kg/cm² la diferencias superior a los 20 kg/cm².

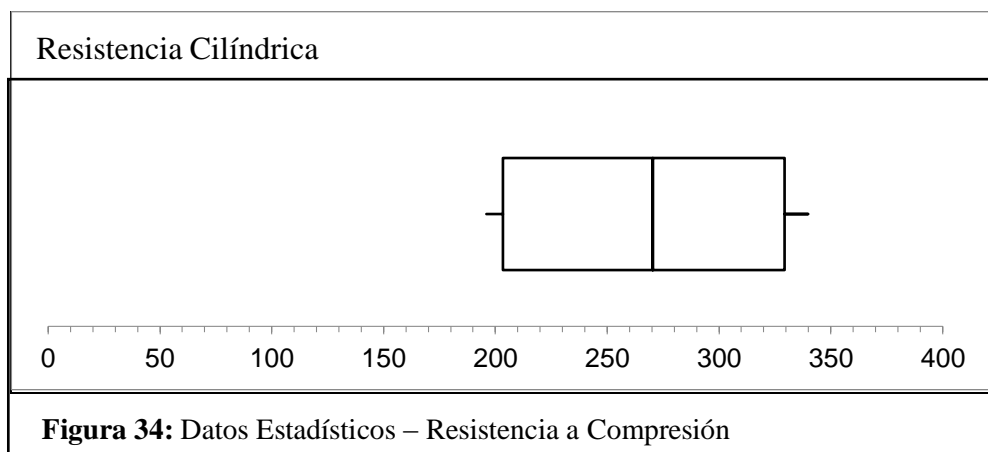
Utilizando del Programa Microsoft Excel, con el complemento MegaStat; encontramos los rangos estadísticos siguientes:

Tabla 57:
Cuadro Estadísticos de la Conversión usando NCh

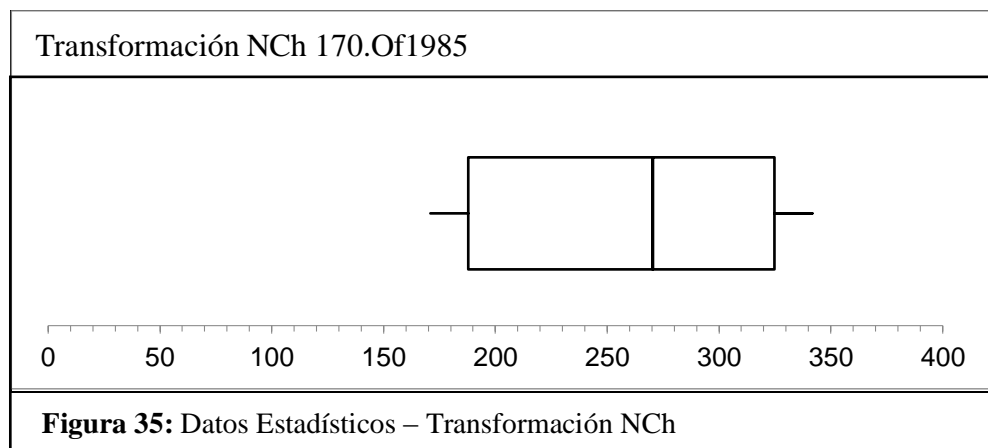
Cuadros Estadísticos		
	<i>Resistencia Cilíndrica</i>	<i>Transformación NCh 170.Of1985</i>
Número	9	9
Media	269.5999	260.9742
Varianza	3,476.9045	4,504.3365
Desviación Estándar	58.9653	67.1144
Mínimo	196.0449237	171
Máximo	339.7499903	341.74
Rango	143.7050666	170.74
Varianza de la población	3,090.5818	4,003.8547
Desviación Estándar de Población	55.5930	63.2760
Error estándar de la media	19.6551	22.3715
Intervalo de confianza, inf. 95%	224.2752	209.3856
Intervalo de confianza, sup. 95%	314.9247	312.5629
Intervalo de confianza, inf. 99%	203.6495	185.9093
Intervalo de confianza, sup. 99%	335.5504	336.0391
1er cuartil	203.3889	187.8480
Mediana	270.4217	270.4100
3er cuartil	329.3947	324.8100
Rango intercuartil	126.0059	136.9620

Fuente: Elaboración Propia.

De las Figura 34 y 35, podemos observar los valores máximos y mínimos, así como la media para los datos de Resistencia a Compresión Cilíndrica de valores obtenidos en laboratorio mediante el ensayo en la prensa y datos surgidos a través de la transformación de la Resistencia a Compresión Cúbica con base a tablas de conversión otorgados por la Norma Chilena NCh 170 Of.1985.



Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.

b) Norma Europea (EN 206-1:2005. Concrete – Part 1) vs Datos de la Investigación:

Para ello primero necesitamos clasificar el concreto según la densidad o peso unitario de cada mezcla.

Tabla 58:
Clasificación del Concreto por su Densidad

Diseño (kg/cm ²)	Densidad (kg/cm ³)	Clasificación
210	2347	Pesado
280	2333	Pesado
350	2331	Pesado

Fuente: Elaboración Propia.

Sin embargo, debido a que la conversión es de Resistencia a Compresión Cilíndricas a Resistencia Cúbica de 15 cm, no se hará uso de esta transformación, ya que no existiría parámetro de comparación debido a la dimensión utilizada para esta investigación (20 cm).

c) Artículo Jin-Keun Kim y Seong-Tae Yi:

Ecuación 4: Formula de conversión.

$$f_{cúb} = 1.20 \times f_{cil}$$

Reemplazado los valores de resistencia a compresión Cilíndrica hallados de durante la investigación tenemos:

Tabla 59:
Clasificación del Concreto por su Densidad

f_c CILÍNDRICA	Investigación (CÚBICA)	Artículo (CÚBICA)
$f_c = 200.44 \text{ kg/cm}^2$	$f_c = 225.34 \text{ kg/cm}^2$	$f_c = 270.41 \text{ kg/cm}^2$
$f_c = 272.15 \text{ kg/cm}^2$	$f_c = 318.82 \text{ kg/cm}^2$	$f_c = 382.58 \text{ kg/cm}^2$
$f_c = 336.21 \text{ kg/cm}^2$	$f_c = 383.83 \text{ kg/cm}^2$	$f_c = 460.60 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración Propia.

Mediante esta transformación, notamos que la diferencia es clara, y siendo causas posibles problemas causados durante la investigación, externos al proceso de elaboración, originando que las probetas cilíndricas no alcanzarán la máxima resistencias, el 100% de resistencia de diseño a los 28 días, por ello todos los valores obtenidos que surgieron como empleo de la Ecuación N° 4 exceden en un 20% a la resistencia obtenida en laboratorio durante esta investigación.

d) Manual de Concreto – Estados Unidos

Ecuación 16:

Resistencia según MC- USA

$$f_{cúb} = 1.18 \times f_{cil}$$

Por lo tanto:

Tabla 60:
Clasificación del Concreto por su Densidad

f_c CILÍNDRICA	Investigación (CÚBICA)	Artículo (CÚBICA)
$f_c = 200.44 \text{ kg/cm}^2$	$f_c = 225.34 \text{ kg/cm}^2$	$f_c = 236.52 \text{ kg/cm}^2$
$f_c = 272.15 \text{ kg/cm}^2$	$f_c = 318.82 \text{ kg/cm}^2$	$f_c = 321.14 \text{ kg/cm}^2$
$f_c = 336.21 \text{ kg/cm}^2$	$f_c = 383.83 \text{ kg/cm}^2$	$f_c = 396.73 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración Propia.

Notamos que el máximo porcentaje de diferencia es del 4% correspondiente al diseño de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, mientras que para $f'c = 350\text{kg/cm}^2$, es solo el 3%, reduciéndose más la diferencia si la transformación se aplica a concreto convencional con $f'c = 210\text{kg/cm}^2$.

Finalizada la transformación con diagramas, tablas y normas exteriores, concluida la investigación se logró establecer correlaciones lineales entre los resultados del ensayo a compresión de probetas cilíndricas y cúbicas. Estas correlaciones son aplicables y avaladas, ya que todos los diseños de mezcla, ensayos y cálculos que se realizaron se rigen bajo la normativa peruana (NTP) así mismo se tuvo como guía a normas Chilenas, para la elaboración, curado y preparación de la mezcla para los ensayos de laboratorio de Resistencia a compresión, cabe resaltar que estas correlaciones son válidas en el intervalo de resistencia realizadas así como con los materiales descritos en el Capítulo I (1.5 Limitaciones de la Investigación).

Ecuaciones que se presentan a continuación:

a) $f'_{c-cil} < 210 \text{ kg/cm}^2$

$$f'_{c-cub} = 0.987 \times f'_{c-cil} + 24.72 \quad (R^2 = 0.99)$$

b) $210 \text{ kg/cm}^2 < f'_{c-cil} < 350 \text{ kg/cm}^2$

$$f'_{c-cub} = 0.984 \times f'_{c-cil} + 17.40 \quad (R^2 = 1)$$

c) $f'_{c-cil} > 350 \text{ kg/cm}^2$

$$f'_{c-cub} = 1.17 \times f'_{c-cil} - 6.12 \quad (R^2 = 0.99)$$

4.2.5. Dado que el concreto tiene mayor resistencia al corte que a la tracción, al ensayar un cubo se produce mayor resistencia que al ensayar un cilindro, por ellos al someter a una probeta cúbica a compresión la resistencia arrojada será mayor. Así mismo la falla que se produce en el cilindro se puede considerar representativa de lo que ocurre en las estructuras.

**CAPÍTULO V:
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**

5.1. Conclusiones

1. Se elaboró el diseño de mezclas por el Método del ACI, de un concreto convencional para resistencias a compresión de: $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$, $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$, diseños que sirvieron para elaborar un total de 107 muestras de concreto convencional de las cuales 54 especímenes fueron probetas cilíndricas y 54 especímenes fueron probetas cúbicas distribuidas en probetas con TMN de 3/4" y 1/2"; todas bajo la NTP y NCh.
2. Se elabora el concreto convencional y se ensayaron las probetas cilíndricas y probetas cúbicas de las cuales se obtuvo como resultado a los 28 días una resistencia a compresión mayores a las resistencias de diseño ($f'_c = 210, 280$ y 350 kg/cm^2) con base en los resultados concluimos que las probetas cúbicas son las que presentan mayor resistencia a compresión en comparación con las probetas cilíndricas.
3. Se describió el proceso de fracturación de las probetas cilíndricas y cúbicas, concluyéndose que el tipo de fractura como producto del ensayo a compresión en probetas Cilíndricas es Tipo *(b) Cono y separación* y para probetas Cúbicas es de Tipo *(e) Columnar*.
4. Se comparó las resistencias cúbicas haciendo uso de la Norma Chilena (NCh) y su tabla de transformación. Así mismo se establecieron 3 correlaciones lineales para probetas cilíndricas y cúbicas, estas correlaciones son válidas en el intervalo de resistencia ensayada $210 \text{ kg/cm}^2 \leq f'_{c-cil} \leq 350 \text{ kg/cm}^2$.
5. Se comprobó que las propiedades geométricas de las probetas influyen en la resistencia a compresión, teniendo como premisa que las probetas cúbicas debido a su mayor área de contacto y el comportamiento del concreto con la esbeltez 1, resistiría más que las probetas cilíndricas, premisa que fue ratificada a lo largo de la experiencia.

5.2. Recomendaciones

Tener en cuenta la calidad de los materiales, para así poder obtener un adecuado diseño de mezclas, así como tener cuidado al momento de replantear la relación agua – cemento, ya que este es un factor influyente a la hora de obtener la resistencia requerida.

Elaborar y realizar el vaciado del concreto en probetas cilíndricas y cúbicas a la par, es decir realizado la mezcla es recomendable que se distribuya la mezcla de la misma tanda a ambas formas de probeta, ya que disminuimos los factores ambientales a los que puedan estar sometidos independientemente.

Conservar la geometría de las muestras, al momento de desmoldar, durante el curado de especímenes, y anterior a su ensayo, ya que la pérdida de sección o área que pueda estar en contacto influirá directamente en la resistencia obtenida.

Emplearse adecuadamente las tablas y/o gráficas de conversión ya antes mencionadas y descritas en la investigación.

REFERENCIAS

- Aceros Arequipa. (Setiembre de 2011). El Boletín de los Constructores del Perú. *Construyendo con Juan Seguro*(17), 01 - 08. Obtenido de <http://www.acerosarequipa.com/fileadmin/templates/AcerosCorporacion/PDF/boletin-construyendo/BOLETIN-CONSTRUYENDO-17.pdf>
- Aldana, R. S. (2008). *Estudio experimental de Resistencia a Compresión del Hormigón: Correlación entre resultados de probetas*. Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Civil. Santiago de Chile - Chile: Universidad de Chile. Obtenido de http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2008/aldana_ro/sources/aldana_ro.pdf
- Arboleda, J. (1969). Resistencia a la compresión del hormigón. Influencia de los defectos de la probeta cúbica. *IDIEM*, 8.
- Arriaga, A. A. (2011). *Análisis del Factor de Transformación de resistencias de Probetas cilíndricas de 10cm y 15cm*. Chile: Universidad Austral de Chile. Obtenido de <http://159.90.80.55/tesis/000143851.pdf>
- Arriagada, A. A. (2011). *Análisis del factor de transformación de resistencias de probetas cilíndricas de $\phi 10$ y $\phi 15$ a probetas cúbicas de 20 x 20 cm para hormigones de grado h20 y h30*. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Valdivia - Chile: Universidad Austral de Chile. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2011/bmfcia775a/doc/bmfcia775a.pdf>
- ASOCEM. (1985). *Asociación de Productores de Cemento*. Recuperado el Mayo de 2016, de Centro de Información y Documentación: <http://web.asocem.org.pe/asocem/opac/principal.php>
- ASTM C39. (2012). *Universidad Tecnica Particular de Loja*. Recuperado el Mayo de 2016, de <http://www.utpl.edu.ec/citte/centros-de-investigaci%C3%B3n>
- ASTM. (s.f.). *Esfuerzo de Compresión en especímenes cilíndricos de concreto*.
- Ayasta J., Sotomayor G., Chanduví R., y Otros. (2015). *Metodología de la Investigación Científica* (Segunda ed.). Chiclayo: Dirección de Investigación USS.
- Castañeda, J. (17 de Noviembre de 2011). *Evaluación y diagnóstico de corrosión en concreto*. Obtenido de Practicas de laboratorio de ciencia y tecnología de materiales: <http://saboowargod.blogspot.pe/2011/11/practica-3-pirolisis.html>
- Cementos Pacasmayo S.A. (Diciembre de 2014). *Pacasmayo*. Recuperado el Mayo de 2016, de <http://www.cementospacasmayo.com.pe/productos-y-servicios/cementos/adicionado/extraforte/>
- Céspedes, M. A. (2003). *Resistencia a la comprensión del concreto a partir de la velocidad de pulsos de ultrasonido*. Universidad de Piura, Departamento de Ingeniería Civil. Piura - Perú: Universidad de Piura. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1338/ICI_100.pdf?sequence=1
- Comite ACI. (1999). ACI. En A. 3. 99.
- Del Viso, J. R., Carmona, J. R., & Ruiz, G. (2007). Influencia de la forma y del tamaño de la probeta en la resistencia a compresión de hormigones de alta resistencia. *Anales de la Mecánica de Fractura*, II, 527 - 532. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Gonzalo_Ruiz4/publication/238751421_INFLUENCIA_DE_LA_FORMA_Y_DEL_TAMANO_DE_LA_PROBETA_EN_LA_RESISTENCIA_A_COMPRESION_DE_HORMIGONES_DE_ALTA_RESISTENCIA/links/00b49528b972ad5a0d000000.pdf

- Irías, A. S. (2013). *Refuerzo de elementos estructurales con hormigones con fibras o solo fibras*. Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Ingeniería Civil: Construcción. Madrid - España: Universidad Politécnica de Madrid. Obtenido de http://oa.upm.es/19998/1/Tesis_master_Ana_Sofia_Irias_Pineda.pdf
- Jin-Keun Kim y Seong-Tae Yi. (Agosto de 2002). "Application of size effect to compressive strength. 27, 467-484.
- Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., Panarese, W. C., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. Illinois - E.E.U.U.: Portland Cement Association. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/189238711/Libro-Diseño-y-control-de-mezclas-de-concreto-PCA-1>
- NDTJames. (2012). *James Instruments Inc*. Recuperado el Mayo de 2016, de <http://espanol.ndtjames.com/Sonda-de-Windsor-p/z-wp.htm>
- Norma Chilena. (1977). *NCh 1037.Of1977*. Chile.
- Norma Europea. (2005). EN 206-1. En *Concrete – Part 1 – Specification, performance,*.
- Ottazzi, G. (2004). *Material de Apoyo para la Enseñanza de los Cursos de Diseño y Comportamiento del Concreto Armado*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima - Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/1055>
- Prado, C. W. (2014). *Propuesta de diseño de viviendas sostenibles para climas andinos ecuatoriales. Aproximaciones para la Ciudad del Conocimiento Yachay, sector Urcuquí*. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja - Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja. Obtenido de <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/11063>
- Robles, L. C. (2015). *Desarrollo de actividades de apoyo como auxiliar de interventoría a la construcción de la Villa Olímpica Campo Soto en la Cabecera Municipal de Chiriguana, Cesar*. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Facultad de Ingeniería . Ocaña - Colombia: Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Obtenido de <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/1163/1/27960.pdf>
- Sánchez, D. (2001). *Tecnología del Concreto y del Mortero*. Lima - Perú: Bhandar Editores Ltda.
- Serna, P., Martí, J. R., & Tormo, F. (2002). *Resistencia a Compresión a muy corta Edad y Consistencia en Hormigones de Alta Resistencia*. Valencia - España: Departamento de Ingeniería de la Construcción y de Proyectos de Ingeniería Civil. Obtenido de http://www.upv.es/pms2002/Comunicaciones/060_SERNA.PDF
- U.S. Concrete Manual. (1975). *Manual de Concreto*. En U. D. Interior. Estados Unidos: Eighth.
- UNICON. (s.f.). *AGREGADOS PARA CONCRETO*. Obtenido de UNICON: <http://www.unicon.com.pe/repositorioaps/0/0/jer/prodagre/files/FichaTecnicaAgregadosparaConcretoUNICON.pdf>
- UTPL. (1976). *Universidad Técnica Particular de Loja*. Obtenido de Biblioteca: <http://biblioteca.utpl.edu.ec/>
- Valencia, G., & Ibarra, M. A. (2013). *Estudio experimental para determinar patrones de correlación entre la resistencia a compresión y la velocidad de pulso ultrasónico en concreto simple*. Pontificia Universidad Católica del

- Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Lima - Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5343>
- Vallejo, M. A., & Amaguaya, V. J. (2016). *Selección del material óptimo para el diseño de concreto permable utilizando agregados de dos minas de la provincia de Chimborazo y el cemento portland tipo 1, en relación a la obtención de mayor permeabilidad y resistencia*. Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería. Riobamba – Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/1369/1/UNACH-EC-ING-CIVIL-2016-0014.pdf>
- Velasteguí, L. A. (2012). *Manual de Fiscalización y Control de Obra del Edificio Inteligente de la Cemento Chimborazo*. Escuela Politécnica del Ejército, Ingeniería Civil. Sangolquí - Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5788/1/T-ESPE-034133.pdf>
- Zegarra, A. M., & Zegarra, J. L. (2015). *Estudio del nivel efectividad de los aditivos acelerantes de fragua marca Sika 3 y Chema 5 en concretos aplicables a zonas alto andinas de Región Lambayeque*. Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería Arquitectura y Urbanismo. Pimentel - Perú: Universidad Señor de Sipán. Obtenido de <https://www.slideshare.net/fpvingeneria1/tesis-final-final-61838360>

NTP 400.012; 2013. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

NTP 400.017; 2011. AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.

NTP 400.022; 2013. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.

NTP 400.021; 2002. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.

NTP 339.034; 2008. CONCRETO. Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.

NTP 339.035; 2009. CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams.

NTP 339.183; 2009. CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio.

ASTM C39 ENSAYOS AL CONCRETO. Esfuerzo de compresión en especímenes cilíndrico de concreto.

ASTM C31 ENSAYOS AL CONCRETO. Fabricación y curado de especímenes de concreto en obra.

ASTM C192 ENSAYOS AL CONCRETO. Fabricación y curado de especímenes de concreto en laboratorio.

NCh1017.EOf 1975 HORMIGÓN Y MORTERO. Hormigón – Confección y curado en obra de probetas para ensayos de compresión y tracción.

NCh1018.EOf 2009 HORMIGÓN Y MORTERO. Hormigón – Preparación de mezclas para ensayos en Laboratorio.

NCh1037.EOf 2009 HORMIGÓN Y MORTERO. Hormigón – Ensayo de compresión de probetas cúbicas y cilíndricas.

ANEXOS

ANEXO N°1: FORMATOS LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

- Anexo 1.1. Análisis Granulométrico



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
 FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
 ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 PRACTICA DE LABORATORIO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

N.T.P. 339.128 ASTM D - 422

Asignatura			
Docente			
Alumno (a)		Fecha	
Identificación :			
Calicata		Muestra	Profundidad

PESO INICIAL 01

PESO INICIAL 02

MALLAS		Peso Retenido	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA ACUMULADO
PULGADAS	MILÍMETROS				
3"	75.000				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				
1/4"	6.300				
N°4	4.750				
N°10	2.000				
N°20	0.850				
N°40	0.425				
N°50	0.300				
N°100	0.150				
N°200	0.075				
FONDO					

$$\% \text{ RETENIDO} = \frac{\text{Peso retenido}}{\text{Peso inicial 01}} \times 100$$

$$\% \text{ RETENIDO (Metod. Frac.)} = \frac{\text{Peso retenido}}{\text{Peso Inicial 02}} \times \% \text{ F.A.}$$

Ejemplo Tamiz 1"

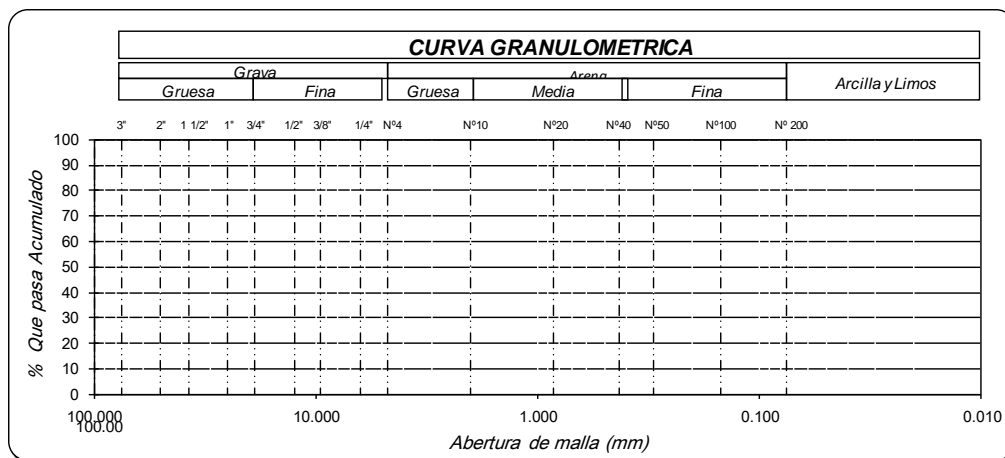
$$\% \text{ RETENIDO ACU. (tamiz 1")} = \text{La suma \% retenidos (tamices } 3" + 2" + 1 1/2" + 1")$$

$$\% \text{ QUE PASA ACUMULADO} = 100 - \% \text{ Retenido Acumulado}$$

$$\% \text{ F.A.} = \% \text{ Peso inicial 01} - \% \text{ F.G.}$$

$$\% \text{ F.A.} = \% \text{ Fracción que pasa la malla N° 4}$$

$$\% \text{ F.G.} = \% \text{ Facción que retenidos la malla N°4}$$



Hecho por: Téc. Wilson A. Olaya Aguilar

- Anexo 1.2. Absorción.

Universidad Señor de Sipan
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

Formato Interno

Tesista
Tesis

Lugar
Fecha de ensayo
Fecha de emisión

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Muestra **0**

I. DATOS

1.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua	(gr)	
2.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco	(gr)	
3.- Peso del agua	(gr)	
4.- Peso de la arena secada al horno + peso del frasco	(gr)	
5.- Peso del frasco	(gr)	
6.- Peso de la arena secada al horno	(gr)	
7.- Volumen del frasco	(cm ³)	

II .- RESULTADOS

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm ³)	
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	

Observaciones :

Hecho por

– Anexo 1.3. Peso Unitario.

Universidad Señor de Sipan

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

Formato Interno

Tesista

Tesis

Lugar

Fecha de ensayo

Fecha de emisión

Ensayo : Peso unitario del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra **0**

1.- PESO UNITARIO SUELTO

.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)		
.- Peso del recipiente	(gr.)		
.- Peso de muestra	(gr.)		
.- Constante ó Volumen	(m ³)		
.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)		
.- Peso unitario suelto humedo (Promedio)	(kg/m ³)		
.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)		

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)		
.- Peso del recipiente	(gr.)		
.- Peso de muestra	(gr.)		
.- Constante ó Volumen	(m ³)		
.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)		
.- Peso unitario compactado humedo (Promedio)	(kg/m ³)		
.- Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m ³)		

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

.- Peso de muestra húmeda	(gr.)		
.- Peso de muestra seca	(gr.)		
.- Peso de recipiente	(gr.)		
.- Contenido de humedad	(%)		
.- Contenido de humedad (promedio)	(%)		

- Anexo 1.4. Peso Específico.

Universidad Señor de Sipan

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Chiclayo

Formato Interno

Tesista

Tesis

Lugar

Fecha de ensayo

Fecha de emisión

Ensayo : Peso Especifico Agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Muestra **0**

I. DATOS

1.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)	
2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca	(gr)	
3.- Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	(gr)	
4.- Peso de la canastilla	(gr)	
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(gr)	

II .- RESULTADOS

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm ³)	
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	

Observaciones :

Hecho por

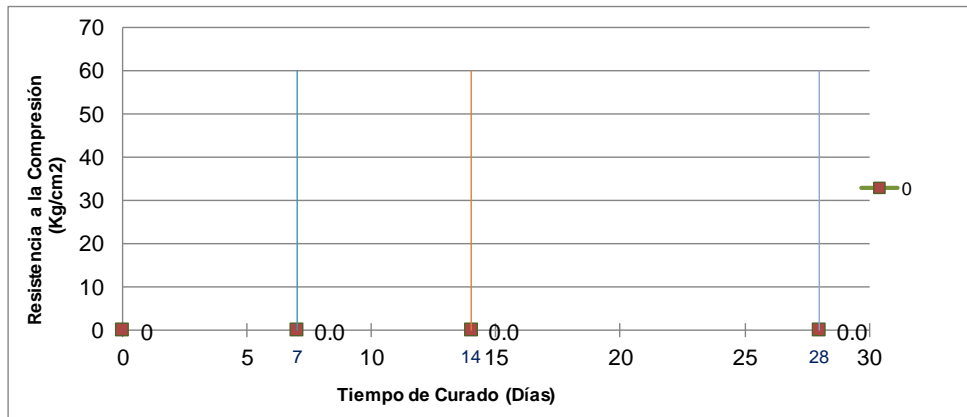
- Anexo 1.5. Resistencia a Compresión

RESULTADO DE RESISTENCIAS A COMPRESIÓN - CONCRETO PATRÓN - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

FECHA :
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : NTP 339.034 : 2008
 Identificación :

Aplicación de curado con Agua

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	R _{L/D}	Factor de correccion	Carga (P) (Kg)	Tipo de falla	F'c (Kg/cm ²)	F'c promedio (Kg/cm ²)	F'c Diseño (Kg/cm ²)	%



Tipos de falla:

Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas

Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra base

Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados

Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1

Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren continuamente con las capas de embanado

Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el término del cilindro es acentuado

ANEXO N°2: ENSAYOS AGREGADOS - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN					
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Pimentel					
<u>Formato Interno</u>					
Tesista	: GONZALES MEDRANO, Rocio L.				
Tesis	: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL UTILIZANDO MUESTRAS CILÍNDRICAS Y CÚBICAS				
Ubicación	: Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.				
Fecha de Apertura	: Pimentel, 14 de Marzo del 2016				
Fecha de Emisión	: Pimentel, 21 de Mayo del 2016				
Ensayo	: Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino				
Referencia	: Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012				
Peso inicial:	300.00				
Muestra:	: La Victoria - Patapo				
Malla		Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado Que pasa
Pulg.	(mm.)				
1/2"	12.700	0.00	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.520	0.00	0.0	0.0	100.0
Nº 004	4.750	19.36	6.5	6.5	93.5
Nº 008	2.360	36.18	12.1	18.5	81.5
Nº 016	1.180	51.61	17.2	35.7	64.3
Nº 030	0.600	69.69	23.2	58.9	41.1
Nº 050	0.300	67.58	22.5	81.5	18.5
Nº 100	0.150	32.49	10.8	92.3	7.7
FONDO		23.09	7.7	100.0	0.0
Módulo de fineza =				2.934	
Aberura de malla de referencia =				9.520	

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Pimentel

Formato Interno

Tesista : GONZALES MEDRANO, Rocio L.
Tesis : **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL UTILIZANDO MUESTRAS CILÍNDRICAS Y CÚBICAS**

Ubicación : Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

Fecha de Apertura : Pimentel, 14 de Marzo del 2016

Fecha de Emisión : Pimentel, 21 de Mayo del 2016

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Peso inicial: 4985.0

Muestra: : La Victoria - Patapo

Malla		Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado Que pasa
Pulg.	(mm.)				
2"	50.000	0.00	0	0.0	100.0
1 1/2"	38.000	0.00	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	286.00	5.7	5.7	94.3
3/4"	19.000	2757.00	55.3	61.0	39.0
1/2"	12.700	1449.00	29.1	90.1	9.9
3/8"	9.520	357.00	7.2	97.3	2.7
Nº 004	4.750	134.00	2.7	100.0	0.0
FONDO		2.00	0.0	100.0	0.0
Tamaño Máximo =				1"	
Tamaño Máximo Nominal =				3/4"	

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Pimentel

Formato Interno

Tesista : GONZALES MEDRANO, Rocio L.

Tesis : **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL UTILIZANDO MUESTRAS CILÍNDRICAS Y CÚBICAS**

Ubicación : Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

Fecha de Apertura : Pimentel, 14 de Marzo del 2016

Fecha de Emisión : Pimentel, 21 de Mayo del 2016

Ensayo : Peso unitario del Agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra : La Victoria - Patapo

1.- PESO UNITARIO SUELTO

.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7469	7436
.- Peso del recipiente	(gr.)	2998	2998
.- Peso de muestra	(gr.)	4471	4438
.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.0028	0.0028
.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1621	1609
.- Peso unitario suelto humedo (Promedio)	(kg/m ³)	1615	
.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1605	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7736	7801
.- Peso del recipiente	(gr.)	2998	2998
.- Peso de muestra	(gr.)	4738	4803
.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.0028	0.0028
.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1718	1742
.- Peso unitario compactado humedo (Promedio)	(kg/m ³)	1730	
.- Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m ³)	1719	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	300	300
.- Peso de muestra seca	(gr.)	298.09	298.09
.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
.- Contenido de humedad	(%)	0.64	0.64
.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.64	

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Pimentel

Formato Interno

Tesista : GONZALES MEDRANO, Rocio L.

Tesis : **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL UTILIZANDO MUESTRAS CILÍNDRICAS Y CÚBICAS**

Ubicación : Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

Fecha de Apertura : Pimentel, 14 de Marzo del 2016

Fecha de Emisión : Pimentel, 21 de Mayo del 2016

Ensayo : Peso unitario del Agregado Grueso

Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra : La Victoria - Patapo

1.- PESO UNITARIO SUELTO

.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	19579	19485
.- Peso del recipiente	(gr.)	6770	6770
.- Peso de muestra	(gr.)	12809	12715
.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.0093	0.0093
.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1370	1360
.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1365	
.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1363	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	20320	20414
.- Peso del recipiente	(gr.)	6770	6770
.- Peso de muestra	(gr.)	13550	13644
.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.0093	0.0093
.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1449	1459
.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1454	
.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1453	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1021	1021
.- Peso de muestra seca	(gr.)	1020	1020
.- Peso de recipiente	(gr.)	103	103
.- Contenido de humedad	(%)	0.11	0.11
.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.11	

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Pimentel

Formato Interno

Tesista : GONZALES MEDRANO, Rocio L.

Tesis : **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL UTILIZANDO MUESTRAS CILÍNDRICAS Y CÚBICAS**

Ubicación : Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

Fecha de Apertura : Pimentel, 14 de Marzo del 2016

Fecha de Emisión : Pimentel, 21 de Mayo del 2016

Ensayo : Peso específico y Absorción del Agregado Fino

Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Muestra : La Victoria - Patapo

I. DATOS

500

1.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua	(gr)	971.50
2.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco	(gr)	665.00
3.- Peso del agua	(gr)	306.50
4.- Peso de la arena secada al horno + peso del frasco	(gr)	655.15
5.- Peso del frasco	(gr)	165.00
6.- Peso de la arena secada al horno	(gr)	490.15
7.- Volumen del frasco	(cm ³)	500.00

II .- RESULTADOS

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.533
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	2.584
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm ³)	1.130
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	2.01

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES - Pimentel

Formato Interno

Tesista : GONZALES MEDRANO, Rocio L.

Tesis : **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL UTILIZANDO MUESTRAS CILÍNDRICAS Y CÚBICAS**

Ubicación : Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

Fecha de Apertura : Pimentel, 14 de Marzo del 2016

Fecha de Emisión : Pimentel, 21 de Mayo del 2016

Ensayo : Peso específico y Absorción del Agregado Grueso

Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.022

Muestra : La Victoria - Patapo

I. DATOS

1.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)	1599.0
2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca	(gr)	1630.0
3.- Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	(gr)	1982.0
4.- Peso de la canastilla	(gr)	977.0
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(gr)	1005.0

II .- RESULTADOS

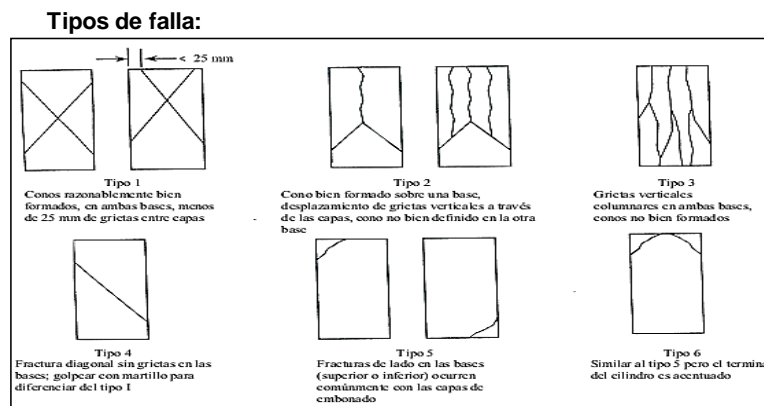
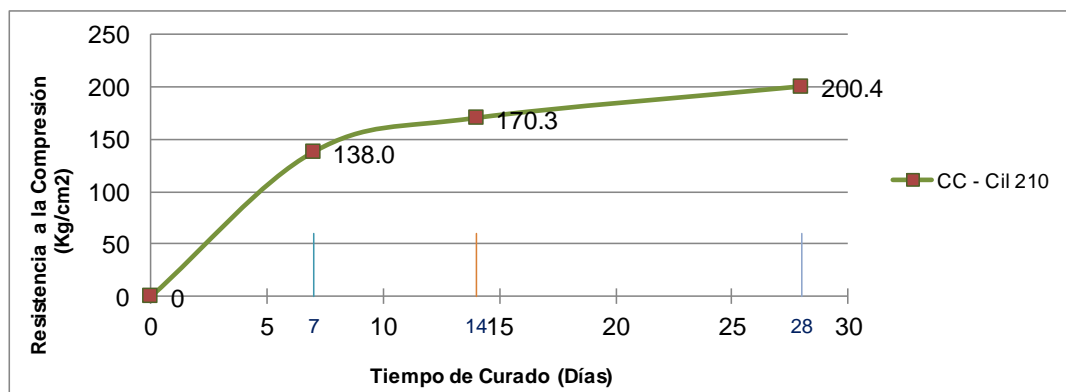
1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.558
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENT	(gr/cm ³)	2.608
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm ³)	2.692
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.94
		1.94

Observaciones :

RESULTADO DE RESISTENCIAS A COMPRESIÓN CILINDRICA - CONCRETO CONVENCIONAL - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

FECHA : PIMENTEL, MAYO DEL 2016
Ensayo : HORMIGÓN. Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras Cilíndricas
Referencia : NTP 339.034 : 2008
Identificación : Concreto Convencional - $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

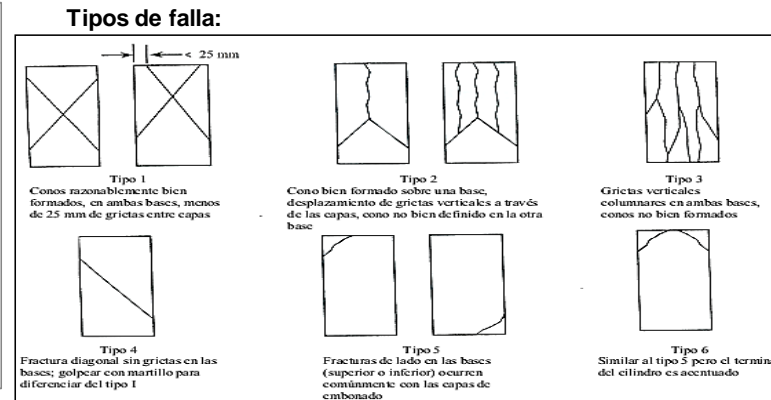
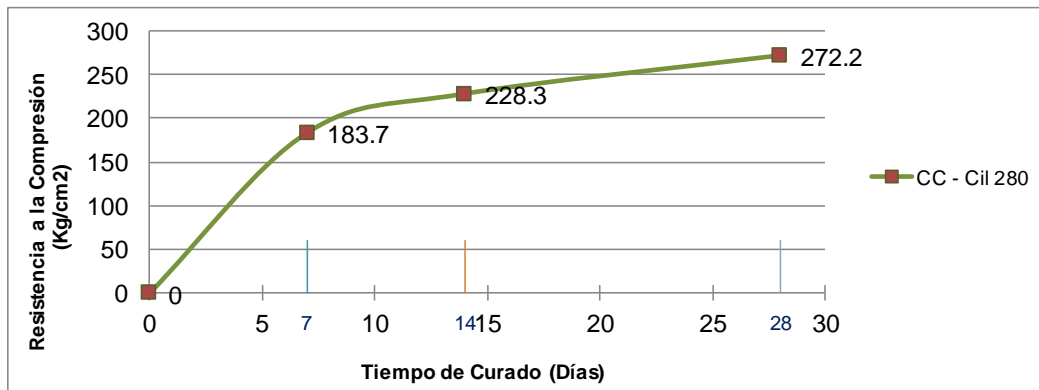
Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	R_{LD}	Factor de corrección	Carga (P) (Kg)	Tipo de falla	F'c (Kg/cm ²)	F'c promedio (Kg/cm ²)	F'c Diseño (Kg/cm ²)	%
R - 01	CC - Cil 210	04/04/2016	11/04/2016	7	20.00	10.00	2.00	1.00	10598.00	2	136.98	137.96	210	65.70
R - 02	CC - Cil 210	04/04/2016	11/04/2016	7	20.00	10.00	2.00	10805.40	5	137.03				
R - 03	CC - Cil 210	04/04/2016	11/04/2016	7	20.00	10.00	2.00	10963.10	2	139.87				
R - 04	CC - Cil 210	04/04/2016	18/04/2016	14	20.00	10.00	2.00	1.00	13125.10	2	168.63	170.34	210	81.11
R - 05	CC - Cil 210	04/04/2016	18/04/2016	14	20.00	10.00	2.00	1.00	13271.60	5	170.34			
R - 06	CC - Cil 210	04/04/2016	18/04/2016	14	20.00	10.00	2.00	1.00	13378.50	2	172.06			
R - 07	CC - Cil 210	04/04/2016	02/05/2016	28	20.00	10.00	2.00	1.00	15274.40	2	196.04	200.44	210	95.45
R - 08	CC - Cil 210	04/04/2016	02/05/2016	28	20.00	10.00	2.00	1.00	15776.40	2	201.88			
R - 09	CC - Cil 210	04/04/2016	02/05/2016	28	20.00	10.00	2.00	1.00	15862.50	5	203.39			



RESULTADO DE RESISTENCIAS A COMPRESIÓN CILINDRICA - CONCRETO CONVENCIONAL - f'c=280 kg/cm2

FECHA : PIMENTEL, MAYO DEL 2016
Ensayo : HORMIGÓN. Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras Cilindricas
Referencia : NTP 339.034 : 2008
Identificación : Concreto Convencional - f'c = 280 kg/cm2

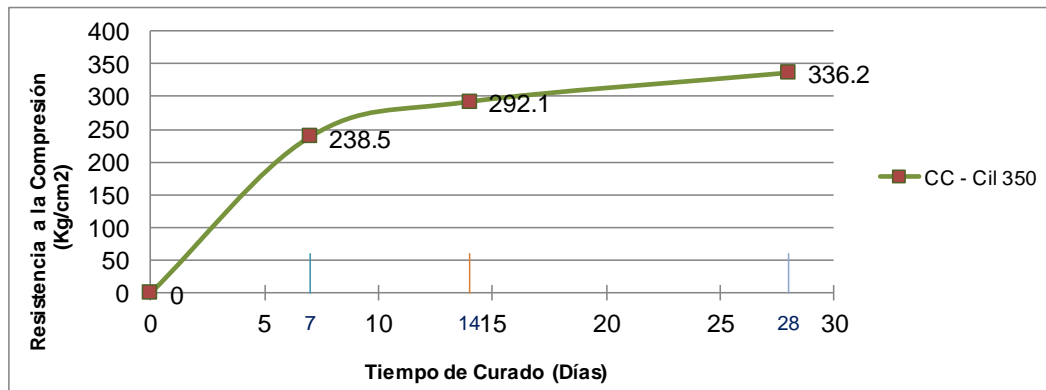
Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	R _{LD}	Factor de correccion	Carga (P) (Kg)	Tipo de falla	F'c (Kg/cm2)	F'c promedio (Kg/cm2)	F'c Diseño (Kg/cm2)	%
R - 01	CC - Cil 280	04/04/2016	11/04/2016	7	20.00	10.00	2.00	1.00	13993.40	2	178.35	183.70	280	65.61
R - 02	CC - Cil 280	04/04/2016	11/04/2016	7	20.00	10.00	2.00	14275.10	2	182.12				
R - 03	CC - Cil 280	04/04/2016	11/04/2016	7	20.00	10.00	2.00	15047.40	2	190.64				
R - 04	CC - Cil 280	04/04/2016	18/04/2016	14	20.00	10.00	2.00	1.00	17511.00	5	224.75	228.28	280	81.53
R - 05	CC - Cil 280	04/04/2016	18/04/2016	14	20.00	10.00	2.00	1.00	17984.40	5	228.30			
R - 06	CC - Cil 280	04/04/2016	18/04/2016	14	20.00	10.00	2.00	1.00	18168.00	5	231.79			
R - 07	CC - Cil 280	04/04/2016	02/05/2016	28	20.00	10.00	2.00	1.00	20963.50	2	269.06	272.15	280	97.20
R - 08	CC - Cil 280	04/04/2016	02/05/2016	28	20.00	10.00	2.00	1.00	21154.00	5	270.42			
R - 09	CC - Cil 280	04/04/2016	02/05/2016	28	20.00	10.00	2.00	1.00	21363.90	5	276.98			



RESULTADO DE RESISTENCIAS A COMPRESIÓN CILINDRICA - CONCRETO CONVENCIONAL - f'c=350 kg/cm2

FECHA : PIMENTEL, MAYO DEL 2016
Ensayo : HORMIGÓN. Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras Cilindricas.
Referencia : NTP 339.034 : 2008
Identificación : Concreto Convencional - f'c = 350 kg/cm2

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	R _{LD}	Factor de correccion	Carga (P) (Kg)	Tipo de falla	f'c (Kg/cm2)	f'c promedio (Kg/cm2)	f'c Diseño (Kg/cm2)	%
R - 01	CC - Cil 350	04/04/2016	11/04/2016	7	20.00	10.00	2.00	1.00	18176.30	2	232.12	238.49	350	68.14
R - 02	CC - Cil 350	04/04/2016	11/04/2016	7	20.00	10.00	2.00	18398.30	5	232.62				
R - 03	CC - Cil 350	04/04/2016	11/04/2016	7	20.00	10.00	2.00	19947.80	5	250.71				
R - 04	CC - Cil 350	04/04/2016	18/04/2016	14	20.00	10.00	2.00	1.00	22772.30	5	289.95	292.07	350	83.45
R - 05	CC - Cil 350	04/04/2016	18/04/2016	14	20.00	10.00	2.00	1.00	22868.00	5	291.75			
R - 06	CC - Cil 350	04/04/2016	18/04/2016	14	20.00	10.00	2.00	1.00	23154.80	2	294.52			
R - 07	CC - Cil 350	04/04/2016	02/05/2016	28	20.00	10.00	2.00	1.00	25870.60	2	329.39	336.21	350	96.06
R - 08	CC - Cil 350	04/04/2016	02/05/2016	28	20.00	10.00	2.00	1.00	26689.30	2	339.48			
R - 09	CC - Cil 350	04/04/2016	02/05/2016	28	20.00	10.00	2.00	1.00	26897.80	2	339.75			



Tipos de falla:

Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas

Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra base

Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados

Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1

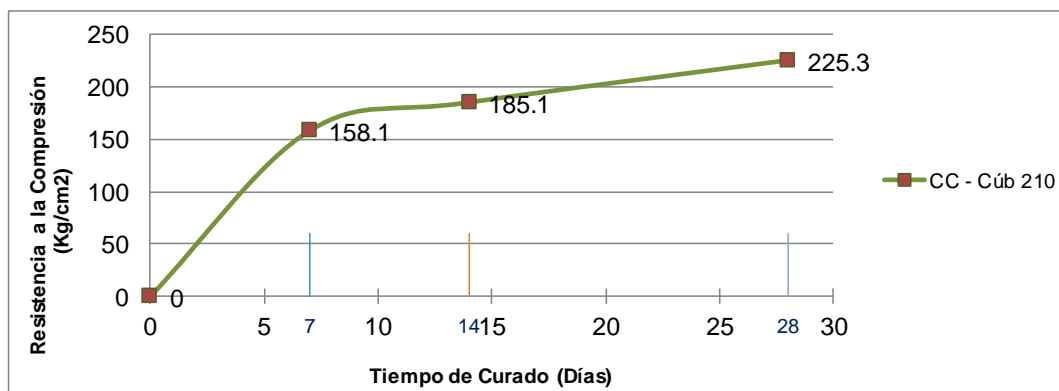
Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embozado

Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el término del cilindro es acentuado

RESULTADO DE RESISTENCIAS A COMPRESIÓN CÚBICA - CONCRETO CONVENCIONAL - f'c=210 kg/cm2

FECHA : PIMENTEL, MAYO DEL 2016
Ensayo : HORMIGÓN. Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras Cúbicas
Referencia : NTP 339.034 : 2008
Identificación : Concreto Convencional - f'c = 210 kg/cm2

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	R _{LD}	Factor de correccion	Carga (P) (Kg)	Tipo de falla	F'c (Kg/cm2)	F'c promedio (Kg/cm2)	F'c Diseño (Kg/cm2)	%
R - 01	CC - Cúb 210	05/04/2016	12/04/2016	7	20.00	20.00	1.00	0.92	61997.30	3	154.99	158.13	210	75.30
R - 02	CC - Cúb 210	05/04/2016	12/04/2016	7	20.00	20.00	1.00	0.92	62548.80	3	156.37			
R - 03	CC - Cúb 210	05/04/2016	12/04/2016	7	20.00	20.00	1.00	0.92	65204.60	3	163.01			
R - 04	CC - Cúb 210	05/04/2016	19/04/2016	14	20.00	20.00	1.00	0.92	71932.70	3	179.83	185.12	210	88.15
R - 05	CC - Cúb 210	05/04/2016	19/04/2016	14	20.00	20.00	1.00	0.92	74957.30	3	187.39			
R - 06	CC - Cúb 210	05/04/2016	19/04/2016	14	20.00	20.00	1.00	0.92	75253.20	3	188.13			
R - 07	CC - Cúb 210	05/04/2016	03/05/2016	28	20.00	20.00	1.00	0.92	85498.70	3	213.75	225.34	210	107.30
R - 08	CC - Cúb 210	05/04/2016	03/05/2016	28	20.00	20.00	1.00	0.92	90980.60	3	227.45			
R - 09	CC - Cúb 210	05/04/2016	03/05/2016	28	20.00	20.00	1.00	0.92	93924.60	3	234.81			



Tipos de falla:

Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.

Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra base.

Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.

Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.

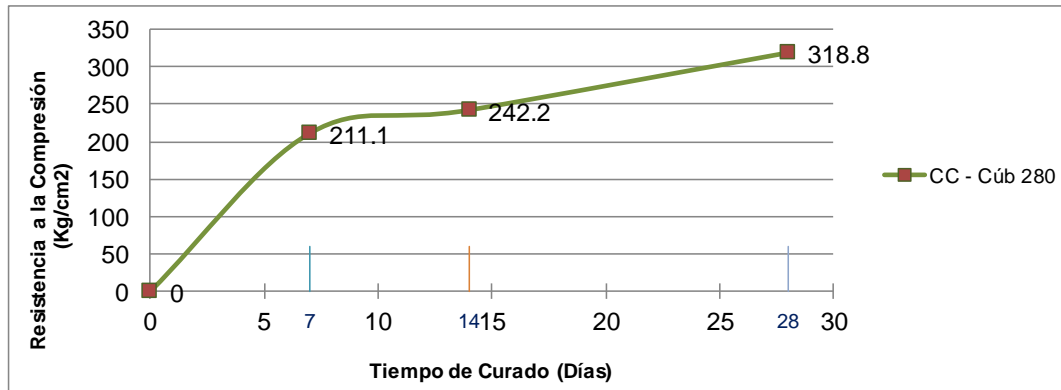
Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.

Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el término del cilindro es acintado.

RESULTADO DE RESISTENCIAS A COMPRESIÓN CÚBICA- CONCRETO CONVENCIONAL - f'c=280 kg/cm2

FECHA : PIMENTEL, MAYO DEL 2016
Ensayo : HORMIGÓN. Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras Cúbicas
Referencia : NTP 339.034 : 2008
Identificación : Concreto Convencional - f'c = 280 kg/cm2

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	R _{LD}	Factor de correccion	Carga (P) (Kg)	Tipo de falla	f'c (Kg/cm2)	f'c promedio (Kg/cm2)	f'c Diseño (Kg/cm2)	%
R - 01	CC - Cúb 280	05/04/2016	12/04/2016	7	20.00	20.00	1.00	0.92	83079.80	3	207.70	211.13	280	75.40
R - 02	CC - Cúb 280	05/04/2016	12/04/2016	7	20.00	20.00	1.00	0.92	82924.60	3	207.31			
R - 03	CC - Cúb 280	05/04/2016	12/04/2016	7	20.00	20.00	1.00	0.92	87349.70	3	218.37			
R - 04	CC - Cúb 280	06/04/2016	20/04/2016	14	20.00	20.00	1.00	0.92	95734.60	3	239.34	242.22	280	86.51
R - 05	CC - Cúb 280	06/04/2016	20/04/2016	14	20.00	20.00	1.00	0.92	97107.60	3	242.77			
R - 06	CC - Cúb 280	06/04/2016	20/04/2016	14	20.00	20.00	1.00	0.92	97822.60	3	244.56			
R - 07	CC - Cúb 280	06/04/2016	04/05/2016	28	20.00	20.00	1.00	0.92	124532.70	3	311.33	318.82	280	113.86
R - 08	CC - Cúb 280	06/04/2016	04/05/2016	28	20.00	20.00	1.00	0.92	128164.20	3	320.41			
R - 09	CC - Cúb 280	06/04/2016	04/05/2016	28	20.00	20.00	1.00	0.92	129887.60	3	324.72			



Tipos de falla:

Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas

Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra base

Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados

Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1

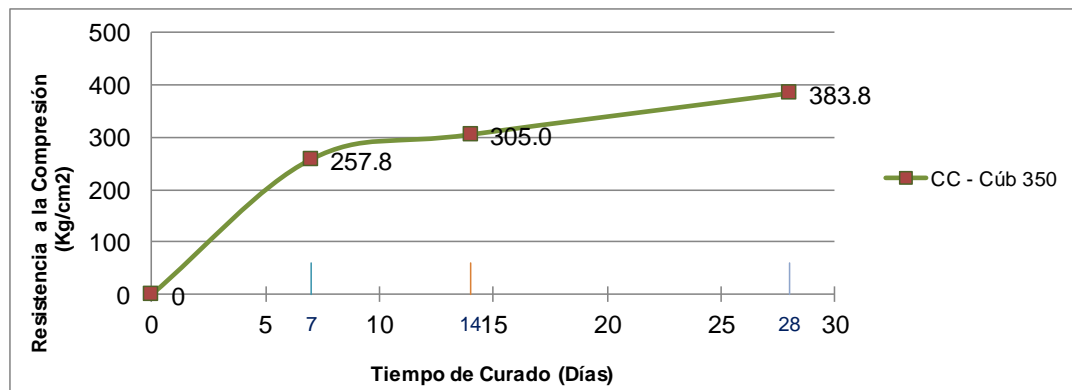
Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado

Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el término del cilindro es acintado

RESULTADO DE RESISTENCIAS A COMPRESIÓN CÚBICA - CONCRETO CONVENCIONAL - f'c=350 kg/cm2

FECHA : PIMENTEL, MAYO DEL 2016
Ensayo : HORMIGÓN. Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras Cúbicas
Referencia : NTP 339.034 : 2008
Identificación : Concreto Convencional - f'c = 350 kg/cm2

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	R _{LD}	Factor de correccion	Carga (P) (Kg)	Tipo de falla	f'c (Kg/cm2)	f'c promedio (Kg/cm2)	f'c Diseño (Kg/cm2)	%
R - 01	CC - Cúb 350	05/04/2016	12/04/2016	7	20.00	20.00	1.00	0.92	99924.20	3	249.81	257.81	350	73.66
R - 02	CC - Cúb 350	05/04/2016	12/04/2016	7	20.00	20.00	1.00	103871.20	3	259.68				
R - 03	CC - Cúb 350	05/04/2016	12/04/2016	7	20.00	20.00	1.00	105573.10	3	263.93				
R - 04	CC - Cúb 350	05/04/2016	19/04/2016	14	20.00	20.00	1.00	0.92	120232.10	3	300.58	304.99	350	87.14
R - 05	CC - Cúb 350	05/04/2016	19/04/2016	14	20.00	20.00	1.00	0.92	122349.70	3	305.87			
R - 06	CC - Cúb 350	05/04/2016	19/04/2016	14	20.00	20.00	1.00	0.92	123404.50	3	308.51			
R - 07	CC - Cúb 350	05/04/2016	03/05/2016	28	20.00	20.00	1.00	0.92	149924.20	3	374.81	383.83	350	109.67
R - 08	CC - Cúb 350	05/04/2016	03/05/2016	28	20.00	20.00	1.00	0.92	153980.60	3	384.95			
R - 09	CC - Cúb 350	05/04/2016	03/05/2016	28	20.00	20.00	1.00	0.92	156694.30	3	391.74			



Tipos de falla:

Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas

Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base

Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados

Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1

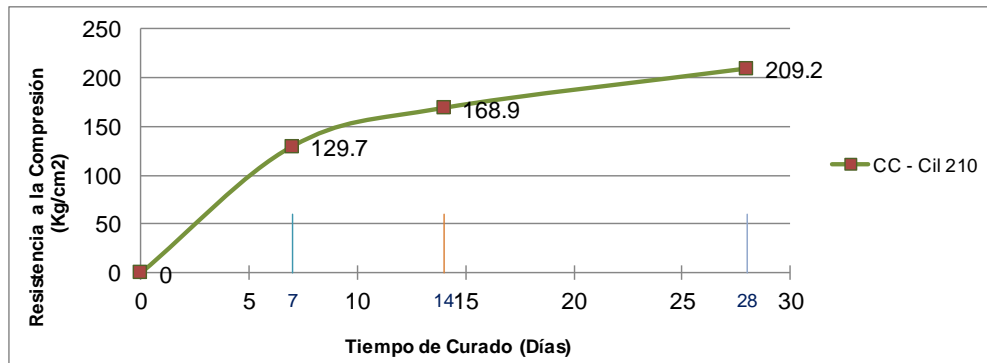
Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren continuamente con las capas de embonado

Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el término del cilindro es acentuado

RESULTADO DE RESISTENCIAS A COMPRESIÓN CILINDRICA - CONCRETO CONVENCIONAL - f'c=210 kg/cm2

FECHA : PIMENTEL, JULIO DEL 2016
Ensayo : HORMIGÓN. Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras Cilíndricas
Referencia : NTP 339.034 : 2008
Identificación : Concreto Convencional - f'c = 210 kg/cm2 - TMN 1/2"

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	R _{L/D}	Factor de correccion	Carga (P) (Kg)	Tipo de falla	F'c (Kg/cm2)	F'c promedio (Kg/cm2)	F'c Diseño (Kg/cm2)	%
R - 01	CC - Cil 210	17/06/2016	24/06/2016	7	20.00	10.00	2.00	1.00	10321.00	5	131.02	129.66	210	61.74
R - 02	CC - Cil 210	17/06/2016	24/06/2016	7	20.00	10.00	2.00	10116.40	5	128.55				
R - 03	CC - Cil 210	17/06/2016	24/06/2016	7	20.00	10.00	2.00	10143.10	5	129.40				
R - 04	CC - Cil 210	17/06/2016	01/07/2016	14	20.00	10.00	2.00	1.00	13425.10	5	170.59	168.93	210	80.44
R - 05	CC - Cil 210	17/06/2016	01/07/2016	14	20.00	10.00	2.00	1.00	12653.40	5	159.67			
R - 06	CC - Cil 210	17/06/2016	01/07/2016	14	20.00	10.00	2.00	1.00	13864.40	5	176.53			
R - 07	CC - Cil 210	17/06/2016	15/07/2016	28	20.00	10.00	2.00	1.00	16625.60	5	211.68	209.24	210	99.64
R - 08	CC - Cil 210	17/06/2016	15/07/2016	28	20.00	10.00	2.00	1.00	16623.50	5	212.29			
R - 09	CC - Cil 210	17/06/2016	15/07/2016	28	20.00	10.00	2.00	1.00	15986.21	5	203.75			



Tipos de falla:

Tipo 1
Conos mazonadamente bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas

Tipo 2
Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base

Tipo 3
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados

Tipo 4
Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1

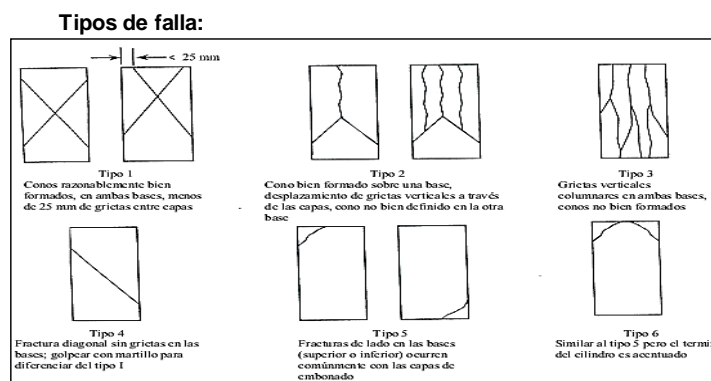
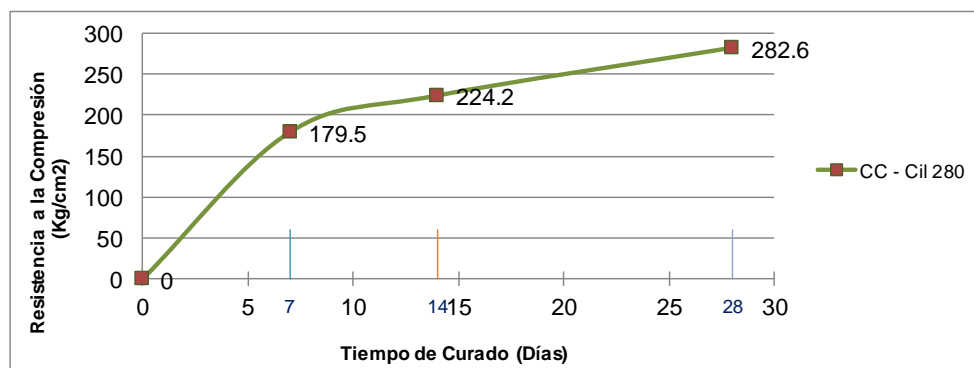
Tipo 5
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embozado

Tipo 6
Similar al tipo 2 pero el término del cilindro es acunado

RESULTADO DE RESISTENCIAS A COMPRESIÓN CILINDRICA - CONCRETO CONVENCIONAL - f'c=280 kg/cm2

FECHA : PIMENTEL, JULIO DEL 2016
Ensayo : HORMIGÓN. Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras Cilíndricas
Referencia : NTP 339.034 : 2008
Identificación : Concreto Convencional - f'c = 280 kg/cm2 - TMN 1/2"

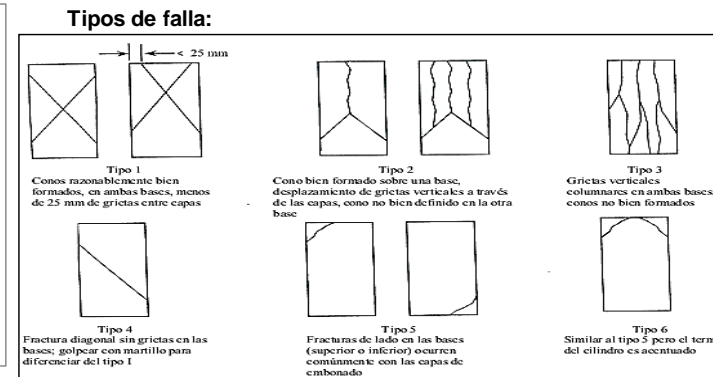
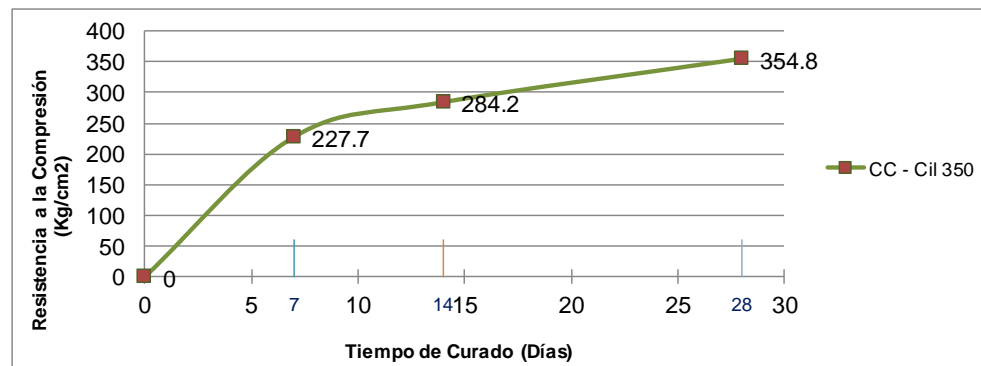
Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	R _{LD}	Factor de correccion	Carga (P) (Kg)	Tipo de falla	F'c (Kg/cm2)	F'c promedio (Kg/cm2)	F'c Diseño (Kg/cm2)	%
R - 01	CC - Cil 280	17/06/2016	24/06/2016	7	20.00	10.00	2.00	1.00	14034.20	5	178.69	179.54	280	64.12
R - 02	CC - Cil 280	17/06/2016	24/06/2016	7	20.00	10.00	2.00	13693.23	5	172.79				
R - 03	CC - Cil 280	17/06/2016	24/06/2016	7	20.00	10.00	2.00	14786.40	5	187.14				
R - 04	CC - Cil 280	17/06/2016	01/07/2016	14	20.00	10.00	2.00	1.00	16731.10	5	215.61	224.22	280	80.08
R - 05	CC - Cil 280	17/06/2016	01/07/2016	14	20.00	10.00	2.00	1.00	17984.40	5	228.98			
R - 06	CC - Cil 280	17/06/2016	01/07/2016	14	20.00	10.00	2.00	1.00	17823.10	5	228.07			
R - 07	CC - Cil 280	17/06/2016	15/07/2016	28	20.00	10.00	2.00	1.00	22121.20	5	280.53	282.55	280	100.91
R - 08	CC - Cil 280	17/06/2016	15/07/2016	28	20.00	10.00	2.00	1.00	21798.40	5	278.10			
R - 09	CC - Cil 280	17/06/2016	15/07/2016	28	20.00	10.00	2.00	1.00	22723.10	5	289.03			



RESULTADO DE RESISTENCIAS A COMPRESIÓN CILINDRICA - CONCRETO CONVENCIONAL - f'c=350 kg/cm2

FECHA : PIMENTEL, JULIO DEL 2016
Ensayo : HORMIGÓN. Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras Cilindricas.
Referencia : NTP 339.034 : 2008
Identificación : Concreto Convencional - f'c = 350 kg/cm2 - TMN 1/2"

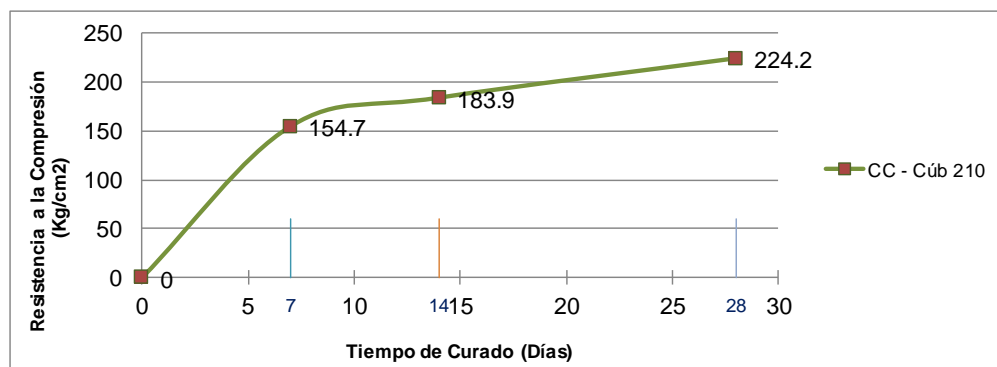
Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	R _{L/D}	Factor de correccion	Carga (P) (Kg)	Tipo de falla	f'c (Kg/cm2)	f'c promedio (Kg/cm2)	f'c Diseño (Kg/cm2)	%
R - 01	CC - Cil 350	17/06/2016	24/06/2016	7	20.00	10.00	2.00	1.00	17546.30	5	224.08	227.70	350	65.06
R - 02	CC - Cil 350	17/06/2016	24/06/2016	7	20.00	10.00	2.00	17423.30	5	223.40				
R - 03	CC - Cil 350	17/06/2016	24/06/2016	7	20.00	10.00	2.00	18727.80	5	235.61				
R - 04	CC - Cil 350	17/06/2016	01/07/2016	14	20.00	10.00	2.00	1.00	22762.30	5	289.82	284.18	350	81.19
R - 05	CC - Cil 350	17/06/2016	01/07/2016	14	20.00	10.00	2.00	1.00	21847.40	5	279.85			
R - 06	CC - Cil 350	17/06/2016	01/07/2016	14	20.00	10.00	2.00	1.00	22194.80	5	282.88	354.84	350	101.38
R - 07	CC - Cil 350	17/06/2016	15/07/2016	28	20.00	10.00	2.00	1.00	27325.60	5	347.57			
R - 08	CC - Cil 350	17/06/2016	15/07/2016	28	20.00	10.00	2.00	1.00	27847.40	5	354.92			
R - 09	CC - Cil 350	17/06/2016	15/07/2016	28	20.00	10.00	2.00	1.00	28234.50	5	362.02			



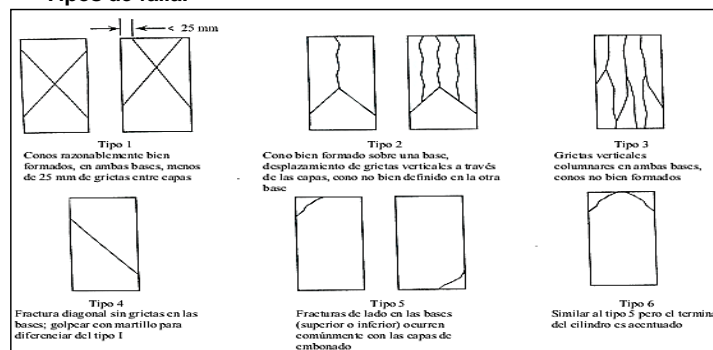
RESULTADO DE RESISTENCIAS A COMPRESIÓN CÚBICA - CONCRETO CONVENCIONAL - f'c=210 kg/cm2

FECHA : PIMENTEL, JULIO DEL 2016
Ensayo : HORMIGÓN. Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras Cúbicas
Referencia : NTP 339.034 : 2008
Identificación : Concreto Convencional - f'c = 210 kg/cm2 - TMN 1/2"

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	R _{LD}	Factor de correccion	Carga (P) (Kg)	Tipo de falla	F'c (Kg/cm2)	F'c promedio (Kg/cm2)	F'c Diseño (Kg/cm2)	%
R - 01	CC - Cúb 210	17/06/2016	24/06/2016	7	20.00	20.00	1.00	0.92	62407.08	3	156.02	154.66	210	73.65
R - 02	CC - Cúb 210	17/06/2016	24/06/2016	7	20.00	20.00	1.00	61419.51	3	153.55				
R - 03	CC - Cúb 210	17/06/2016	24/06/2016	7	20.00	20.00	1.00	61761.86	3	154.40				
R - 04	CC - Cúb 210	17/06/2016	01/07/2016	14	20.00	20.00	1.00	0.92	74236.93	3	185.59	183.93	210	87.59
R - 05	CC - Cúb 210	17/06/2016	01/07/2016	14	20.00	20.00	1.00	0.92	69867.14	3	174.67			
R - 06	CC - Cúb 210	17/06/2016	01/07/2016	14	20.00	20.00	1.00	0.92	76610.81	3	191.53			
R - 07	CC - Cúb 210	17/06/2016	15/07/2016	28	20.00	20.00	1.00	0.92	90673.49	3	226.68	224.24	210	106.78
R - 08	CC - Cúb 210	17/06/2016	15/07/2016	28	20.00	20.00	1.00	0.92	90917.35	3	227.29			
R - 09	CC - Cúb 210	17/06/2016	15/07/2016	28	20.00	20.00	1.00	0.92	87498.58	3	218.75			



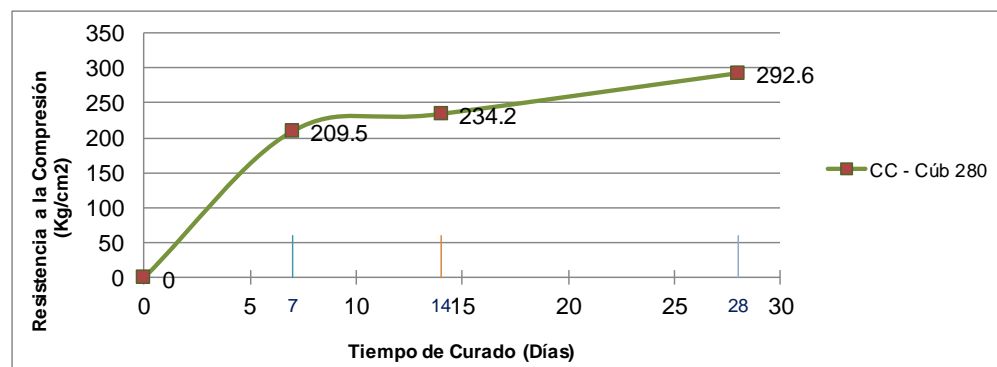
Tipos de falla:



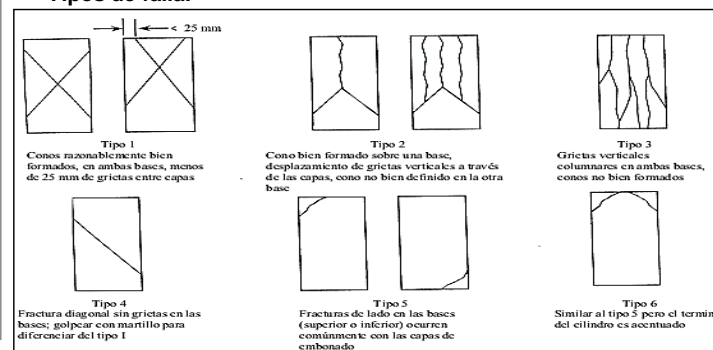
RESULTADO DE RESISTENCIAS A COMPRESIÓN CÚBICA- CONCRETO CONVENCIONAL - f'c=280 kg/cm2

FECHA : PIMENTEL, JULIO DEL 2016
Ensayo : HORMIGÓN. Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras Cúbicas
Referencia : NTP 339.034 : 2008
Identificación : Concreto Convencional - f'c = 280 kg/cm2 - TMN 1/2"

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	R _{LD}	Factor de correccion	Carga (P) (Kg)	Tipo de falla	f'c (Kg/cm2)	f'c promedio (Kg/cm2)	f'c Diseño (Kg/cm2)	%
R - 01	CC - Cúb 280	17/06/2016	24/06/2016	7	20.00	20.00	1.00	0.92	83475.59	3	208.69	209.54	280	74.84
R - 02	CC - Cúb 280	17/06/2016	24/06/2016	7	20.00	20.00	1.00	0.92	81115.61	3	202.79			
R - 03	CC - Cúb 280	17/06/2016	24/06/2016	7	20.00	20.00	1.00	0.92	86856.70	3	217.14			
R - 04	CC - Cúb 280	17/06/2016	01/07/2016	14	20.00	20.00	1.00	0.92	90242.60	3	225.61	234.22	280	83.65
R - 05	CC - Cúb 280	17/06/2016	01/07/2016	14	20.00	20.00	1.00	0.92	95593.80	3	238.98			
R - 06	CC - Cúb 280	17/06/2016	01/07/2016	14	20.00	20.00	1.00	0.92	95227.87	3	238.07			
R - 07	CC - Cúb 280	17/06/2016	15/07/2016	28	20.00	20.00	1.00	0.92	116213.05	3	290.53	292.55	280	104.48
R - 08	CC - Cúb 280	17/06/2016	15/07/2016	28	20.00	20.00	1.00	0.92	115240.71	3	288.10			
R - 09	CC - Cúb 280	17/06/2016	15/07/2016	28	20.00	20.00	1.00	0.92	119612.16	3	299.03			



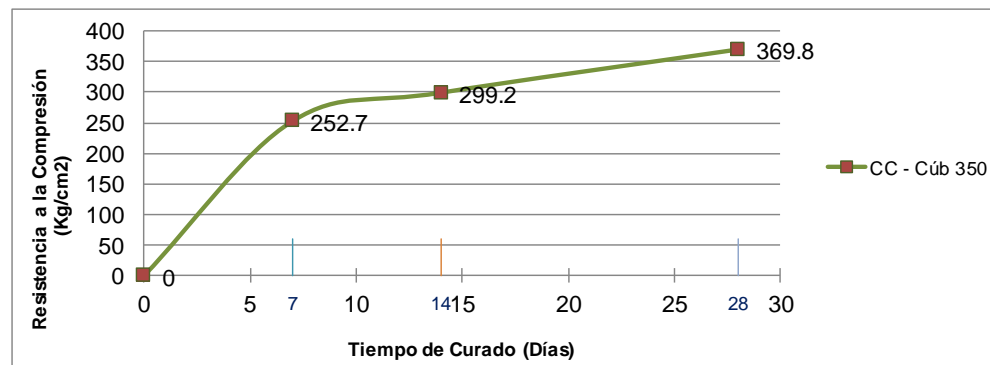
Tipos de falla:



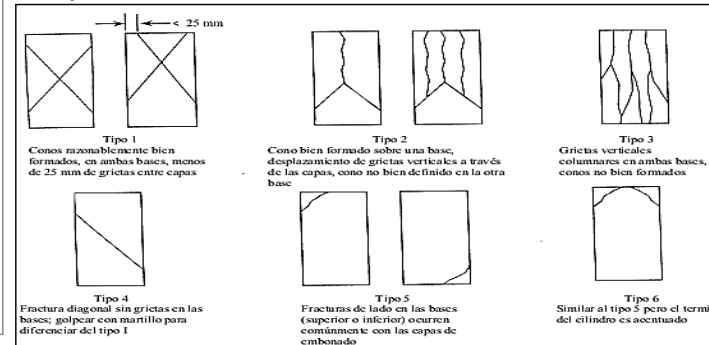
RESULTADO DE RESISTENCIAS A COMPRESIÓN CÚBICA - CONCRETO CONVENCIONAL - f'c=350 kg/cm2

FECHA : PIMENTEL, JULIO DEL 2016
Ensayo : HORMIGÓN. Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras Cúbicas
Referencia : NTP 339.034 : 2008
Identificación : Concreto Convencional - f'c = 350 kg/cm2 - TMN 1/2"

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	R _{LD}	Factor de correccion	Carga (P) (Kg)	Tipo de falla	f'c (Kg/cm2)	f'c promedio (Kg/cm2)	f'c Diseño (Kg/cm2)	%
R - 01	CC - Cúb 350	17/06/2016	24/06/2016	7	20.00	20.00	1.00	0.92	99631.26	3	249.08	252.70	350	72.20
R - 02	CC - Cúb 350	17/06/2016	24/06/2016	7	20.00	20.00	1.00	0.92	99360.57	3	248.40			
R - 03	CC - Cúb 350	17/06/2016	24/06/2016	7	20.00	20.00	1.00	0.92	104245.56	3	260.61			
R - 04	CC - Cúb 350	17/06/2016	01/07/2016	14	20.00	20.00	1.00	0.92	121927.44	3	304.82	299.18	350	85.48
R - 05	CC - Cúb 350	17/06/2016	01/07/2016	14	20.00	20.00	1.00	0.92	117938.52	3	294.85			
R - 06	CC - Cúb 350	17/06/2016	01/07/2016	14	20.00	20.00	1.00	0.92	119150.31	3	297.88			
R - 07	CC - Cúb 350	17/06/2016	15/07/2016	28	20.00	20.00	1.00	0.92	145029.07	3	362.57	369.84	350	105.67
R - 08	CC - Cúb 350	17/06/2016	15/07/2016	28	20.00	20.00	1.00	0.92	147967.58	3	369.92			
R - 09	CC - Cúb 350	17/06/2016	15/07/2016	28	20.00	20.00	1.00	0.92	150809.02	3	377.02			



Tipos de falla:



PANEL FOTOGRAFICO

1. ENSAYOS DE MATERIALES EMPLEADOS

1.1. Agregado Fino y Agregado Grueso:

Análisis granulométrico, Módulo de fineza, Peso Volumétricos secos, sueltos y compactado, Contenido de Humedad, peso específico y porcentajes de absorción.

Foto 1: Análisis granulométrico



Foto 2: Peso Unitario Agreg. Fino



Foto 3: Secado del Agregado



Foto 4: Absorción Agreg. Fino



Foto 5: Muestra de Ag Fino para ensayo de Peso Especifico



Foto 6: Peso del Ag Fino para C.H.



Foto 7: Contenido de Humedad



2. ELABORACIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL

2.1. Diseño de Mezcla – Mezcla de prueba

Foto 8: Ensayo para la medición del Asentamiento – Cono Abrams.



Foto 9: Desmoldado de las Probetas de Prueba.



Foto 10: A los 7 días – Toma de datos para su posterior ensayo.

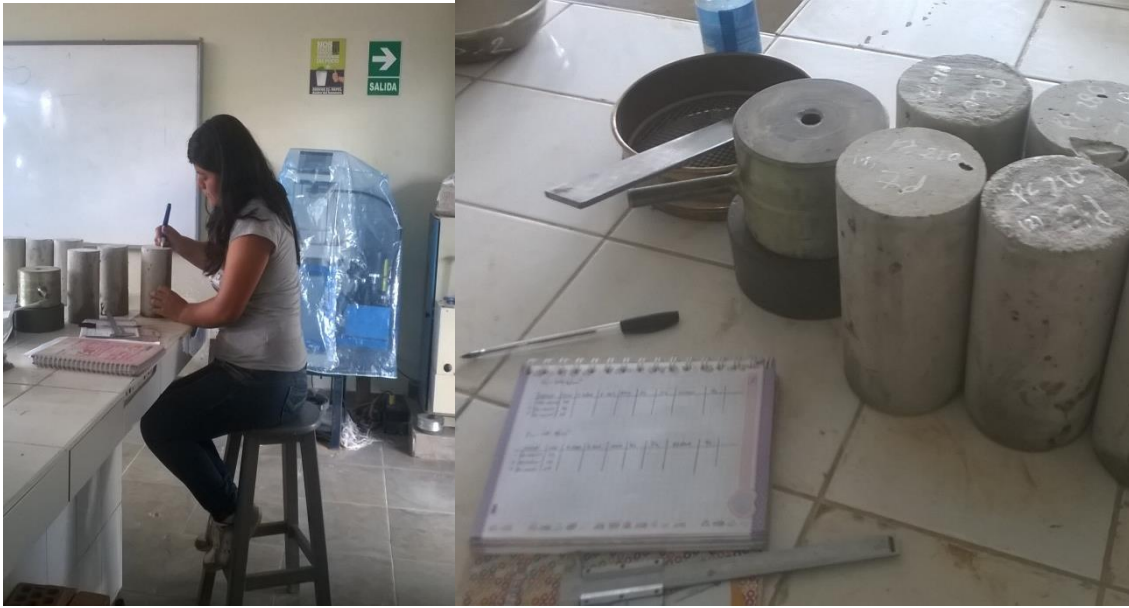


Foto 11: Comprobación de $70\% \pm 5\%$ de Resistencia de diseño.



Foto 12: Vista de las probetas de Prueba después del Ensayo.



Foto 13: Vista de las probetas de Prueba después del Ensayo.

$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ $n=20 \text{ m}$ $75 \pm 5\%$

Código	Días	F. elab.	F. Rot.	Hora	D ₁	D ₂	CARGA (kg F)	f _c	%
1	PC-10x20	7d	30/03	15:42	9.84	9.87	13210.1	173.18	82.47
2	PC-10x20	7d	30/03	15:46	10.07	9.91	17542.2	177.25	80.12
3	PC-10x20	7d	30/03	15:50	9.90	9.92	12625.6	163.69	77.95
									76.85

$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Código	Días	F. elab.	F. Rot.	Hora	D ₁	D ₂	CARGA	f _c	%
1	PC-10x20	7d	30/03	16:08	9.99	10.09	15945.3	201.81	72.07
2	PC-10x20	7d	30/03	16:11	9.90	9.81	14991.5	196.54	70.19
3	PC-10x20	7d	30/03	16:15	9.93	9.83	14154.3	184.62	65.94
									69.40

$f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$

Código	Días	F. elab.	F. Rot.	Hora	D ₁	D ₂	CARGA	f _c	%
1	PC-10x20	7d	31/03	14:50	10.14	9.89	16536.5	209.92	59.98
2	PC-10x20	7d	31/03	14:55	10.00	9.97	18486.1	236.08	67.45
3	PC-10x20	7d	31/03	15:01	9.92	9.98	18694.3	240.38	68.68
									65.37

2.2. Diseño de Mezcla Final: Probetas de Cilíndricas y Cúbicas.

Foto 14: Moldes a Utilizar Cilíndricos 10cm * 20cm.



Foto 15: Moldes a Utilizar Cilíndricos 10cm * 20cm.



Foto16: Mezcla vaciada en los Moldes Cilíndricos.



Foto 17: Etiquetado de los moldes Cúbicos.



3. ENSAYO DE COMPRESIÓN

3.1. A los 7 días

a) Probetas Cilíndricas

Foto 18: Toma de medidas de cada Probetas.



Foto 19: Codificación – Prueba de Compresión – Fisura de las Probetas.



b) Probetas Cúbicas

Foto 20: Selección de la cara más lisa - Prueba de Compresión – Fractura.



Foto 22: Colocación de la Probeta en La Máquina – Seguimiento del Ensayo



3.2. A los 14 días

a) Probetas Cilíndricas

Foto 23: Ensayo a compresión – Fractura de la Probeta.



b) Probetas Cúbicas

Foto 25: Fracturación de la Probeta Cúbica.



Foto 26: Verificando que las Paredes no hagan contacto con la Prensa.



3.3. A los 28 días

a) Probetas Cilíndricas

Foto 27: Fracturación de las probetas.



b) Probetas Cúbicas

Foto 28: Fracturación de las probetas.



Foto 29: Fecha y hora de finalización de los ensayos.

