

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018

TESIS

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor : Bach. Luis Roberto ROJAS SILVA

Asesor : Mg. José German RAMIREZ MEDRANO

Cerro de Pasco - Perú - 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Hildebrando Anival CONDOR GARCIA
PRESIDENTE

Mg. José Eli CASTILLO MONTALVAN
MIEMBRO

Mg. Pedro YARASCA CORDOVA
MIEMBRO

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

RECONOCIMIENTO

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, en especial a la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil, por brindarme la oportunidad de desarrollar capacidades, competencias y optar el Grado Académico de Ingeniero Civil.

RESUMEN

El presenté proyecto de tesis intitulada: “*ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y PARÁMETROS MECÁNICOS (MODULO ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON) EN LA CIUDAD DE YANAHUANCA – DANIEL ALCIDES CARRIÓN - 2018*”, el cual teniendo como importancia, hallar nivel de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo elasticidad y coeficiente de poisson), el cual se efectuó la investigación en la localidad de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión y Región Pasco, mediante el ensayo de probetas cilíndricas curadas por inmersión en agua en condiciones controladas de temperatura, con valores de 10, 15, 20, 25, 30, 35 y 40°C. Para llevar a cabo este análisis, se determinó una mezcla patrón, con una resistencia característica a la compresión de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Inicialmente se elabora el diseño de mezcla para nuestra muestra patrón, se realizaron los ensayos correspondientes en el laboratorio de la E.F.P. Ingeniería Civil; donde se determinó cada una de las características de los materiales, y se verificó que cumplan con los requerimientos de las normativas vigentes.

Definida la mezcla requerida mediante el método recomendado por el American Concrete Institute, se procedió a elaborar probetas cilíndricas para realizar los ensayos de compresión simple, tracción indirecta, módulo de

elasticidad y coeficiente de Poisson; los ensayos se realizaron a edades de curado de: 7, 14, 28 días, para apreciar su desarrollo y endurecimiento. Para cada edad de curado se analizaron de 1 a 3 probetas en cada ensayo, con el fin de obtener una serie de valores que permitan obtener una media representativa de los resultados.

Finalmente, se pudo determinar que la temperatura de curado, bajo condiciones de laboratorio y cumpliendo los procedimientos establecidos en la normativa vigente, influye directamente en el endurecimiento del concreto; ya que se pudo evidenciar que, a mayor temperatura de curado, el concreto puede desarrollar mayor resistencia inicial, posteriormente se uniformiza la razón de aumento de la resistencia a compresión durante un periodo de tiempo, y finalmente se desarrolla el endurecimiento por completo rebasando los valores de la resistencia característica establecidos para este proyecto.

Palabras clave: Curado de Concreto, Resistencia a la compresión.

ABSTRACT

This draft titled thesis: "ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF TEMPERATURE CURED IN COMPRESSION RESISTANCE IN STRUCTURAL ELEMENTS AND PARAMETERS MECHANICAL (Elastic modulus and Poisson's ratio) IN THE CITY OF Yanahuanca - Daniel Alcides Carrión - 2018" which having as important finding level the influence of curing temperature on compressive strength of concrete $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ structural elements and mechanical parameters (Elastic modulus and Poisson's ratio), which research took place in the city of Yanahuanca, Province Daniel Alcides Carrión Region Pasco, by testing cylindrical specimens cured by immersion in water under controlled conditions of temperature, with values of 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40 ° C. To perform this analysis, a standard mixture was determined with a characteristic compressive strength of $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Initially the mix design for our standard sample is prepared, the corresponding tests were performed in the laboratory of Civil Engineering VET; where each of the characteristics of the materials was determined and verified to meet the requirements of the regulations.

It required defined by the recommended by the American Concrete Institute mixture method, was drawn up cylindrical specimens for the unconfined compressive tests, indirect tensile, modulus and Poisson ratio; testing at age curing were performed: 7, 14, 28 days to assess development and hardening. For each age curing analyzed specimens 1 to 3 in each test, in order to obtain a series of values that allow obtain a representative average of the results.

Finally, it was determined that the curing temperature under laboratory conditions and in compliance with the procedures established in the current regulations, directly influences the hardening of concrete; since it was evident that the higher the curing temperature, the concrete can develop higher initial resistance, subsequently it is uniformized reason of increased compressive strength over a period of time, and finally hardening develops completely exceeding values resistance feature set for this project.

Keywords: Cured concrete compressive strength.

INTRODUCCIÓN

El objetivo de desarrollo de la siguiente investigación es determinar la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo elasticidad y coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión y Región Pasco.

El cual es viene siendo justificada en la necesidad de investigación la temperatura es uno de los factores que influye mucho en cuanto a la elección del material apropiado ya que no es lo mismo construir en una zona de clima tropical que en una zona de clima frígido que es precisamente a lo que en este proyecto de tesis se hará mención.

Teniendo como importancia con lleva a hallar nivel de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo elasticidad y coeficiente de poisson), el cual se efectuó la investigación en la localidades ubicadas la ciudad de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión y Región Pasco.

Esta investigación se divide en:

- CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, en donde se efectúa la identificación del problema.

- CAPITULO II: MARCO TEORICO, en donde se describe en macro las bases teóricas que sustentan el desarrollo de la presente investigación.
- CAPITULO III: METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN, en donde describe el proceso del desarrollo de la investigación; la cual es desarrollada mediante ensayos de laboratorio.
- CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION, en donde se describe los resultados.
- CONCLUSIÓN, es donde se describe las ideas en conclusiones de la investigación.
- RECOMENDACIONES, es donde se describe las recomendaciones que se desprenden de los resultados obtenidos.
- BIBLIOGRAFÍA, es donde se describe las referencias utilizadas para la redacción de la presente investigación.
- ANEXOS, es donde se detalla todo lo necesario para complementar la presente investigación.

INDICE GENERAL

| | |
|--|------------|
| DEDICATORIA | iii |
| RECONOCIMIENTO | iv |
| RESUMEN | v |
| ABSTRACT | vii |
| INTRODUCCIÓN | ix |
| INDICE GENERAL | xi |
| INDICE DE TABLA | xiv |
| INDICE DE GRAFICO | xv |
| INDICE DE ILUSTRACIONES | xvi |
| CAPÍTULO I | 1 |
| PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN | 1 |
| 1.1. IDENTIFICACION Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN | 3 |
| 1.2.1. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA | 3 |
| 1.2.2. DELIMITACIÓN DE ESTUDIO | 3 |
| 1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 4 |
| 1.3.1. PROBLEMA GENERAL | 4 |
| 1.3.2. PROBLEMA ESPECÍFICOS | 4 |
| 1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS | 4 |
| 1.4.1. OBJETIVOS GENERAL | 4 |
| 1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 5 |
| 1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN | 5 |
| 1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN | 6 |
| 1.6.1. LIMITACIONES DE ESTUDIO | 6 |
| 1.6.2. LIMITACIONES GEOGRÁFICAS | 6 |
| CAPÍTULO II | 7 |
| MARCO TEORICO | 7 |
| 2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO | 7 |
| 2.2. BASES TEÓRICO – CIENTÍFICOS | 15 |
| 2.2.1. GENERALIDADES | 15 |
| 2.2.2. AGUA | 16 |
| 2.2.3. CEMENTO | 17 |
| 2.2.3.1. COMPONENTES DEL CEMENTO | 19 |
| 2.2.3.2. TIPOS DE CEMENTO | 21 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 2.2.3.3. | DENSIDAD DEL CEMENTO | 24 |
| 2.2.4. | AGREGADOS | 25 |
| 2.2.4.1. | CLASIFICACION DE LOS AGREGADOS | 26 |
| 2.2.4.2. | AGREGADO GRUESO | 29 |
| 2.2.4.3. | AGREGADO FINA | 31 |
| 2.2.5. | ELABORACION DE LA MEZCLA DE PATRON | 32 |
| 2.2.5.1. | METODO ACI 211.1 | 33 |
| 2.2.6. | CONCRETO | 34 |
| 2.2.6.1. | IMPORTANCIA. | 35 |
| 2.2.6.2. | CARACTERISTICAS. | 35 |
| 2.2.6.3. | PROPIEDADES DEL CONCRETO. | 36 |
| 2.2.6.1. | TIPOS DE CONCRETO. | 42 |
| 2.2.6.2. | ENSAYO EN CONCRETO FRESCO. | 44 |
| 2.2.6.3. | ENSAYO EN CONCRETO ENDURECIDO. | 48 |
| 2.2.7. | CURADO DE CONCRETO | 51 |
| 2.3. | DEFINICIÓN DE TÉRMINOS | 59 |
| 2.4. | FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS | 61 |
| 2.4.1. | HIPOTESIS GENERAL | 61 |
| 2.4.2. | HIPOTESIS ESPECÍFICAS | 61 |
| 2.5. | IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES | 61 |
| 2.5.1. | VARIABLES INDEPENDIENTES | 61 |
| 2.5.2. | VARIABLES DEPENDIENTES | 61 |
| 2.6. | DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES | 62 |
| CAPÍTULO III | | 63 |
| METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN | | 63 |
| 3.1. | TIPO DE INVESTIGACIÓN | 63 |
| 3.1.1. | TIPO DE INVESTIGACIÓN | 63 |
| 3.1.2. | NIVEL DE INVESTIGACIÓN | 64 |
| 3.2. | MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN | 64 |
| 3.3. | DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN | 65 |
| 3.4. | POBLACIÓN Y MUESTRA | 65 |
| 3.4.1. | POBLACIÓN | 65 |
| 3.4.2. | MUESTRA | 66 |
| 3.5. | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS | 66 |
| 3.5.1. | TÉCNICAS | 66 |
| 3.5.2. | INSTRUMENTOS | 66 |
| 3.6. | TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS | 74 |
| 3.6.1. | MUESTREO (NTP 400.010, ASTM D420) | 74 |
| 3.6.2. | CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216, NTP 339.185) | 75 |
| 3.6.3. | QUE PASA LA MALLA N° 200 (NTP 400.012) | 77 |
| 3.6.4. | GRANULOMÉTRICO (ASTM D422, NTP400.012) | 78 |
| 3.6.5. | DESGASTE POR ABRASIÓN (NTP 400.019) | 82 |
| 3.6.6. | DENSIDAD, RELATIVA Y ABSORCIÓN - AG. FINO (NTP 400.022) | 84 |

| | | |
|-------------------------------|--|------------|
| 3.6.7. | PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN – AG. GRUESO (NTP 400.021) | 87 |
| 3.6.8. | PESO UNITARIO Y VACIO DE LOS AGREGADOS (NTP 400. 017) | 88 |
| 3.6.9. | ELABORACION Y CURADO DE ESPECIMENES DE CONCRETO | 90 |
| 3.6.10. | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034) | 94 |
| 3.7. | TRATAMIENTO ESTADISTICO | 95 |
| 3.8. | SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN | 99 |
| 3.9. | ORIENTACIÓN ÉTICA | 100 |
| CAPÍTULO IV | | 101 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | | 101 |
| 4.1. | DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO | 101 |
| 4.2. | PRESENTACIÓN DE RESULTADOS | 104 |
| 4.2.1. | ESTUDIO GENERALES | 104 |
| 4.2.1.1. | AGREGADO | 104 |
| 4.2.1.2. | DISEÑO DE MEZCLA | 107 |
| 4.2.1.3. | TEMPERATURA DEL CURADO DE CONCRETO | 109 |
| 4.2.1.4. | ENSAYO DE ROTURA | 111 |
| 4.3. | PRUEBA DE HIPÓTESIS | 117 |
| 4.3.1. | HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO. | 117 |
| 4.3.2. | PRUEBA DEL HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO. | 117 |
| 4.4. | DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 118 |
| 4.5. | ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS | 119 |
| CONCLUSIONES | | 122 |
| RECOMENDACIONES | | 125 |
| BIBLIOGRAFÍA | | 126 |
| ANEXO | | 130 |

INDICE DE TABLA

| | |
|---|-----|
| Tabla 1. Requisitos químicos para el agua de mezclado y curado | 17 |
| Tabla 2. Máximos permitidos de sustancias perjudiciales en agregado grueso | 30 |
| Tabla 3. % Requerimientos de gradación para agregado grueso..... | 30 |
| Tabla 4. % Máximos permitidos de sustancias perjudiciales en agregado fino | 31 |
| Tabla 5. % Comparativo de granulometría del agregado fino para concreto masivo | 32 |
| Tabla 6. Requisitos de la barra compactadora | 48 |
| Tabla 7. Método de consolidación requisitos de aplicación | 48 |
| Tabla 8. Moldeo de especímenes por apisonado | 49 |
| Tabla 9. Tolerancias prescritas para los ensayos | 51 |
| Tabla 10. Parámetros en la Granulometría..... | 80 |
| Tabla 11. Márgenes elaboración de Concreto | 93 |
| Tabla 12. % Tolerancia en Ensayo a la Compresión | 95 |
| Tabla 13. Numero de Especímenes para ensayos | 101 |
| Tabla 14. Numero de Especímenes para ensayos | 102 |
| Tabla 15. Granulometría de Agregado Fino..... | 104 |
| Tabla 16. Contenido de Humedad - Agregado Fino..... | 105 |
| Tabla 17. Peso Unitario Suelto - Agregado Fino | 105 |
| Tabla 18. Granulometría de Agregado Grueso | 106 |
| Tabla 19. Contenido de Humedad - Agregado Grueso | 106 |
| Tabla 20. Peso Unitario Suelto - Agregado Grueso | 107 |
| Tabla 21. Temperatura y Edad de las muestras..... | 110 |
| Tabla 22. Resistencia a la Compresión de Curado en Tiempo Ambiente..... | 111 |
| Tabla 23. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 10°C | 112 |
| Tabla 24. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 15°C | 113 |
| Tabla 25. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 20°C | 113 |
| Tabla 26. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 25°C | 114 |
| Tabla 27. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 30°C | 115 |
| Tabla 28. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 35°C | 115 |
| Tabla 29. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 40°C | 116 |
| Tabla 30. Resumen de Resultados - Resistencia a la Compresion | 118 |

INDICE DE GRAFICO

| | |
|--|-----|
| Grafico 1. Resistencia a la compresión de cilindros | 53 |
| Grafico 2. Influencia del curado en la permeabilidad | 54 |
| Grafico 3. Efecto de las condiciones de temperatura | 56 |
| Grafico 4. Tiempos de curado mínimo recomendables..... | 58 |
| Grafico 5. Resistencia a la compresión General | 102 |
| Grafico 6. Resistencia a la compresión General en Edad de 7 días..... | 103 |
| Grafico 7. Resistencia a la compresión General en Edad de 14 días..... | 103 |
| Grafico 8. Resistencia a la compresión General en Edad de 28 días..... | 104 |
| Grafico 9. Granulometría de Agregado Fino..... | 105 |
| Grafico 10. Granulometría de Agregado Grueso..... | 106 |
| Grafico 11. Resistencia a la Compresión de Curado en Tiempo Ambiente..... | 112 |
| Grafico 12. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 10°C | 112 |
| Grafico 13. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 15°C | 113 |
| Grafico 14. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 20°C | 114 |
| Grafico 15. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 25°C | 114 |
| Grafico 16. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 30°C | 115 |
| Grafico 17. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 35°C | 116 |
| Grafico 18. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 40°C | 116 |
| Grafico 19. Resistencia a la compresión General | 117 |
| Grafico 20. Resistencia a la compresión General en Edad de 7 días..... | 120 |
| Grafico 21. Resistencia a la compresión General en Edad de 14 días..... | 120 |
| Grafico 22. Resistencia a la compresión General en Edad de 28 días..... | 121 |

INDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| Ilustración 1. Mapa de Localización de Localidad | 3 |
| Ilustración 2. Imagen Satelital del Tramo a Estudiar..... | 3 |
| Ilustración 1. Mapa Política de Pasco | 6 |
| Ilustración 3. Cemento | 18 |
| Ilustración 4. Clinker | 19 |
| Ilustración 5. Clinker | 21 |
| Ilustración 6. Ensayo de Densidad Real del Cemento | 25 |
| Ilustración 7. Agregados..... | 26 |
| Ilustración 8. Agregados Ígneos..... | 27 |
| Ilustración 9. Agregados Sedimentarios..... | 27 |
| Ilustración 10. Agregados Metamórficas | 28 |
| Ilustración 11. Agregados por color | 28 |
| Ilustración 12. Máquina de los ángeles | 67 |
| Ilustración 13. Juego de tamices | 68 |
| Ilustración 14. Bomba de vacíos | 68 |
| Ilustración 15. Balanza de precisión | 69 |
| Ilustración 16. Bernier..... | 69 |
| Ilustración 17. Molde cilíndrico..... | 70 |
| Ilustración 18. Bandejas metálicas | 70 |
| Ilustración 19. Equipo para peso específico | 71 |
| Ilustración 20. Horno eléctrico..... | 71 |
| Ilustración 21. Cono..... | 72 |
| Ilustración 22. Cesta con malla de alambre con abertura correspondiente al tamiz N°. 4..... | 72 |
| Ilustración 23. Mezcladora..... | 73 |
| Ilustración 24. Máquina compresora..... | 73 |
| Ilustración 18. Esfuerzo - Deformación Unitaria | 98 |

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. IDENTIFICACION Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

Las características climáticas del Perú son peculiares por su extensión y relieve topográfica. El Perú está formado por ocho regiones naturales: Chala o costa, yunga, quechua, suni, puna, janca o cordillera, selva alta y selva baja. En éstas se presentan una diversidad de climas y microclimas que van desde lo costero árido y cálido, pasando por los valles interandinos de tipo templado, frígido y polar hasta los de tipo cálido y lluvioso de la selva. Tres son los factores que determinan básicamente el clima del Perú: la situación del país en la zona intertropical, las modificaciones altitudinales que introduce la cordillera

de los Andes y la Corriente Peruana o de Humboldt, cuyas aguas recorren las costas del país.

A pesar de ello en cada región del Perú; se llevan a cabo proyectos de ingeniería que, sin importar su extensión, requieren de obras civiles para su desarrollo. Esta variable térmica interviene en las diferentes etapas del trabajo con concreto, representando un factor importante a considerar puesto que pueden modificar las características físicas y mecánicas de la mezcla. Además del factor climático, la temperatura del concreto, depende de su modo de empleo, que puede ser: concreto en estructuras, aceras, pavimentos, canchas, concreto masivo, etc.

En base a su composición y características se debe cuidar la humedad y temperatura de curado, para lo cual la norma NTE recomienda realizar el curado inicial de los cilindros de prueba a temperaturas entre 16°C y 27°C y el curado final a $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$; acotando que en el curado inicial se pueden utilizar dispositivos de calefacción y enfriamiento para poder cumplir con los requisitos establecidos; procurando que estas condiciones simulen a las del ambiente de la estructura de la obra.

Las condiciones bajo las que se realiza el proceso de curado del concreto son difíciles de controlar en obra, quedando así bajo la influencia directa de los factores ambientales que dependen mucho de la región en la que se encuentre el proyecto; el valor de la temperatura puede estar fuera de los parámetros que dicta la norma y se busca comprender cuál sería la influencia de este factor sobre las

propiedades del concreto como son: su resistencia a la compresión y parámetros mecánicos, tales como el módulo de Young (E) y el coeficiente de Poisson (μ).

1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA



Ilustración 1. Mapa de Localización de Localidad
FUENTE: <https://www.google.com/maps/>

1.2.2. DELIMITACIÓN DE ESTUDIO



Ilustración 2. Imagen Satelital del Tramo a Estudiar
Fuente: Propio.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo elasticidad y coeficiente de poisson) en la ciudad de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión y Región Pasco?

1.3.2. PROBLEMA ESPECÍFICOS

- ¿Cómo influye de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión y Región Pasco?
- ¿Cuáles son las influencias de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Provincia Daniel Alcides Carrión y Región Pasco?

1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVOS GENERAL

Determinar la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo elasticidad y coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión y Región Pasco.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el cómo influye la temperatura de curado en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión y Región Pasco.
- Analizar los tipos de influencias de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión y Región Pasco.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En general se consideran condiciones extremas de temperatura para el concreto cuando la temperatura de curado es inferior a 5° C y superior a los 28° C , en cuyo caso se debe tener especial cuidado en la selección de materiales, dosificación, preparación, transporte, curado, control de calidad, encofrado y desencofrado del concreto. También podemos considerar como condición extrema la combinación de condiciones especiales de temperaturas, humedades relativas y velocidad del viento.

La temperatura es uno de los factores que influye mucho en cuanto a la elección del material apropiado ya que no es lo mismo construir en una zona de clima tropical que en una zona de clima frígido que es precisamente a lo que en este proyecto de tesis se hará mención.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. LIMITACIONES DE ESTUDIO

- Resistencia a la compresión en elementos estructurales.
- Se realiza el análisis de costo unitario a nivel de insumo de materiales cotizados en la zona.
- El agua potable.
- Se limita al uso de cemento portland Tipo I.
- Uso de los agregados que cumplan con las normas NTP y ASTM para concreto.
- Método de diseño de mezclas ACI 211.1.
- Medición de la Temperatura con Termómetro.

1.6.2. LIMITACIONES GEOGRÁFICAS



Ilustración 3. Mapa Política de Pasco
Fuente: Google Earth Pro

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO

El presente proyecto de investigación tiene antecedentes en las siguientes investigaciones:

- TEMA** : Influencia de la temperatura ambiente en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en más de 4380 m.s.n.m., Yanacancha – Pasco.
- AUTOR** : Nuria Lily HUARICANCHA CRISTOBAL
- INSTITUCIÓN** : Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

AÑO : 2018

RESUMEN : El presente trabajo de tesis se llevó a realizar en el laboratorio de la Escuela Formación Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, ubicado en el Campus de la universidad del distrito de Yanacancha. El cual se realizó en los meses de Julio – Agosto.

Para la elaboración de los testigos “Probetas” de concreto las cuales fueron efectuados con Agregado de la Cantera Cochamarca y Cemento Tipo I; teniendo en cuenta la temperatura ambiente respectivamente durante las horas de elaboración; las cuales al concluir la elaboración fueron ensayados (sometidos a compresión) a los días de edad de 7, 14, 28.

Los resultados obtenidos, nos permite establecer los horarios mínimos y máximos para la elaboración de concertó en la ciudad de Cerro de Pasco la cual está ubicado a una altura de 4380 m.s.n.m. (...)

TEMA : Análisis del proceso de curado de concreto en ciclos de congelamiento/deshielo y su influencia en la resistencia a la compresión, Yanacancha, Pasco

AUTOR : Helida Wendy PINTO MEZA

INSTITUCIÓN : Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

AÑO : 2018

RESUMEN : El presente trabajo de tesis se desarrolla con la elaboración de un diseño patrón de concreto para el tipo de cemento, teniendo en cuenta en cuenta la resistencia a la compresión del diseño con el cual es elaborado. Para el estudio se efectuó una serie de tres probetas de concreto para cada grupo de estudio para el control de los resultados. De acuerdo al cuadro de las cantidades de probetas necesarias para el presente estudio.

Los ciclos de congelamiento y deshielo simularan la exposición del concreto a condiciones climáticas que se presentan en el distrito Yanacancha, Pasco. en donde las temperaturas llegan bajo el punto de

congelación del agua. Dichas muestras fueron ensayadas a edades de 7, 14 y 28 días.

Finalmente, los resultados obtenidos y el análisis estadístico de los mismos Concluyendo que la protección óptima para concretos expuestos a ciclos de congelamiento y deshielo es el polietileno con aserrín que nos asegurara que nuestra resistencia diseñada no sea tan afectada por los cambios de temperatura (congelamiento y deshielo).

Finalmente se demostró la influencia que tiene proteger los 7 primeros días de elaborado los especímenes de concreto, por lo que no es necesario proteger los 28 días ya que la variación de la resistencia no es significativa.

TEMA : Obtención del módulo de elasticidad y razón de poisson en diferentes grados de acero al silicio.

AUTOR : Daniel RAMÍREZ VILLARREAL

INSTITUCIÓN : Universidad Autónoma de Nuevo León

AÑO : 2000

RESUMEN : En el desarrollo tecnológico de los materiales una parte importante es la caracterización mecánica, donde las propiedades y características mecánicas juegan un papel importante en la ingeniería, medicina, bioingeniería, automatización, manufactura entre otras ramas de la ciencia.

En los materiales, desde que se inicia su estudio se piensa en ciertas propiedades y características deseadas para su aplicación, por lo que para lograrlo se parte de ciertas hipótesis en el estudio y se desarrolla una metodología científica para su fin.

Se puede decir, que la etapa donde se definen estas propiedades y características del material es durante la formación de su estructura cristalina o amorfa según sea el caso. Otro aspecto de interés en el desarrollo de los materiales, es sin duda los tratamientos térmicos que se le pueden hacer

para modificar algunas de sus propiedades, morfología de su microestructura, etc.

TEMA : La resistencia a la compresión del hormigón y su influencia en el módulo de elasticidad estático en el cantón Ambato, Provincia de Tungurahua.

AUTOR : Jorge Luis SÁNCHEZ GARCÍA

INSTITUCIÓN : Universidad Técnica de Ambato

AÑO : 2013

RESUMEN : Se determinó el módulo de elasticidad estático del hormigón, utilizando los agregados de la Cantera "PLAYA LLAGCHOA", ubicada en la vía a Aguaján kilómetro 7, en el Cantón Ambato, Provincial de Tungurahua y cemento Tipo IP.

Se ejecutó las dosificaciones para hormigones de resistencia de 210, 240 y 280kg/cm², con un asentamiento de (6-9), dado que son los más utilizados en la construcción de elementos estructurales.

Al realizar la mezcla se estableció las propiedades del hormigón fresco más

importantes, como la trabajabilidad, homogeneidad, consistencia y densidad, para después proceder a tomar las muestras y darles el curado respectivo.

A las edades de 7, 14, 21, y 28 se realizaron los ensayos a compresión de las muestras para determinar las curvas tiempo vs resistencia para observar la influencia del tiempo en la resistencia del hormigón, además que nos dio un indicativo de la resistencia media del hormigón para cada edad.

Según lo especificado en la norma ASTM C-469-94, determinamos el módulo de elasticidad estático experimental del hormigón para cada probeta, para después proceder a calcular el módulo de elasticidad teórico con los valores de las ecuaciones propuestas por el A.C.I. 318 y A.C.I. 363, y así realizar una comparación con los datos obtenidos.

TEMA : Determinación del Módulo de Elasticidad y la Relación de Poisson en Concretos Estructurales con base al Diseño, Conceptualización y Fabricación de un equipo de ensayo adecuado para tal fin.

AUTOR : Faria Fernando BONILLA GUILLERMO

INSTITUCIÓN : Universidad Católica Andrés Bello

AÑO : 2013

RESUMEN : La resistencia del concreto depende de sus propiedades mecánicas, las cuales son necesarias para inferir las posibles deformaciones que podrán experimentar los elementos estructurales ante la acción de cargas.

El Modulo de elasticidad del concreto es una propiedad mecánica que refleja la habilidad que tienen un concreto para deformarse elásticamente, la cual puede ser obtenido aplicando cargas conocidas sobre un espécimen para evaluar la deformación del material.

El coeficiente de Poisso está asociada a la relación existente entre la deformación

longitudinal con respecto a la transversal de un espécimen de concreto sometido a una carga axial, donde se determina mediante un coeficiente cuan dúctil es el concreto ensayado. (...)

2.2. BASES TEÓRICO – CIENTÍFICOS

2.2.1. GENERALIDADES

Elaborar un concreto que tenga las características técnicas que se exigen para la construcción de estructuras en ingeniería civil, tales como: resistencia y durabilidad; depende de varios factores, como son los materiales que componen la mezcla.

Dichos materiales se encuentran relacionados entre sí de manera muy estrecha, por lo que se determinó cada una de las características técnicas que los describen, para ello se procedió a realizar los ensayos correspondientes a cada uno de los materiales que se utilizaron para la elaboración del concreto de este proyecto, con el fin de comprobar si cumple con los requisitos establecidos en las normas nacionales vigentes. Posteriormente los resultados obtenidos permitieron realizar el cálculo de una dosificación adecuada para obtener un concreto con resistencia a la compresión de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, el mismo que cumplió con las características técnicas de diseño, finalmente se fabricaron probetas cilíndricas para analizar la

influencia que tiene la temperatura de curado en la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción indirecta y sus correspondientes parámetros mecánicos; módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson.

2.2.2. AGUA

Casi cualquier agua natural que sea potable y que no tenga sabor u olor pronunciado, se puede utilizar para producir concreto. Sin embargo, algunas aguas no potables pueden ser adecuadas para el concreto.

Se puede utilizar para fabricar concreto si los cubos de mortero (Norma ASTM C109), producidos con ella alcanzan resistencia a los siete días iguales a al menos el 90% de especímenes testigo fabricados con agua potable o destilada.

Las impurezas excesivas en el agua no solo pueden afectar el tiempo de fraguado y la resistencia del concreto, si no también pueden ser causa de eflorescencia, manchado, corrosión del esfuerzo, inestabilidad volumétrica y una menor durabilidad.

El agua que contiene menos de 2,000 partes de millón (ppm) de sólidos disueltos totales generalmente pueden ser utilizada de manera satisfactoria para elaborar concreto. El agua que contenga más de 2,000 ppm de sólidos disueltos deberá ser

ensayada para investigar su efecto sobre la resistencia y el tiempo de fraguado. ¹

Cantidad de agua que requiere el concreto por unidad de volumen para que se hidraten las partículas del cemento y para proporcionar las condiciones de manejabilidad adecuada que permitan la aplicación y el acabado del mismo en el lugar de la colocación en el estado fresco. ²

Tabla 1. Requisitos químicos para el agua de mezclado y curado

| Requisitos | | Unidad | Mínimo | Máximo |
|---|--|--------|--------|--------|
| Residuo sólido | Agua recuperada de procesos de la industria del hormigón | mg/l | – | 50.000 |
| | Agua de otros orígenes | mg/l | – | 5.000 |
| Materia orgánica, expresada en oxígeno consumido ¹⁾ | | mg/l | – | 3 |
| pH | Para su uso como agua de amasado | – | 4.0 | – |
| | Para su uso como agua de curado | – | 6.0 | – |
| Sulfato, expresado como SO ₄ ²⁻ | | mg/l | – | 2.000 |
| Cloruro expresado como Cl ^(*) | Para emplear en hormigón simple | mg/l | – | 4.500 |
| | Para emplear en hormigón armado | mg/l | – | 1.000 |
| | Para emplear en hormigón pretensado | mg/l | – | 500 |
| Hierro expresado como Fe ³⁺ | Para uso como agua de curado ³⁾ | mg/l | – | 0,5 |
| | Para su uso como agua de amasado | mg/l | – | 1 |
| Alcalis, (Na ₂ O + 0,658 K ₂ O) ²⁾ | | mg/l | – | 1.500 |

¹⁾ Si se excede este valor, el agua puede ser utilizada si cumple con los requisitos físicos y químicos establecidos.
²⁾ Esta determinación es aplicable sólo si se espera utilizar agregados potencialmente reactivos.
³⁾ Se debe cumplir sólo cuando es importante el aspecto estético.

Fuente: Libro de tecnología de concreto – Jesus David Osorio

2.2.3. CEMENTO

El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse después de ponerse en contacto con el agua. El producto resultante de la molienda de estas rocas es llamado clinker y se convierte en cemento cuando se le agrega una pequeña cantidad de yeso para evitar la contracción de la mezcla al fraguar

¹ Página Web / www.Construaprende.com

² Libro de tecnología del concreto/ Jesús David Osorio

cuando se le añade agua y al endurecerse posteriormente. Mezclado con agregados pétreos (grava y arena) y agua, crea una mezcla uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece, adquiriendo consistencia pétreo, denominada concreto (en España, parte de Suramérica y el Caribe hispano) o concreto (en México, Centroamérica y parte de Sudamérica). Su uso está muy generalizado en la construcción y la ingeniería civil.³



Ilustración 4. Cemento

Fuente: Libro de tecnología de concreto

Los cementos son mezclas de materias seleccionadas, extraídas, proporcionadas y calcinadas a una temperatura de fusión de aproximadamente 1482 °C para lograr la composición química deseada. Al combinarse con el agua estos cementos sufren una reacción química y se endurecen hasta formar una masa como piedra.⁴

³ Love, T. (2006). El concreto en la construcción

⁴ Civil, A. d. (14 de Septiembre de 2010). Hidratación del cemento.



Ilustración 5. Clinker

Fuente: Libro de tecnología de concreto

Se definen como cementos los conglomerantes hidráulicos que, convenientemente amasados con agua, forman pastas que fraguan y endurecen a causa de las reacciones de hidrólisis e hidratación de sus constituyentes, dando lugar a productos hidratados mecánicamente resistentes y estables tanto al aire como bajo agua.⁵

2.2.3.1. COMPONENTES DEL CEMENTO

La composición química de las materias primas utilizadas en la fabricación del cemento hidráulico está compuesta por varios elementos como son:

- Oxido de calcio (CaO) aportado por la cal.
- Dióxido de silicio (SiO_2), el cual se encuentra en la arcilla junto con el óxido de aluminio (Al_2O_3) y el

⁵ <http://apuntesingenierocivil.blogspot.com.es/2010/10/hidratacion-del-cemento.html> Libro de tecnología del concreto/ Jesús David Osorio

óxido de hierro (Fe_2O_3), y la adición del regulador del fraguado que es el yeso, el cual contiene trióxido de azufre (SO_3).

En la etapa de sinterización (tratamiento térmico a temperatura menor que el punto de fusión) durante la fabricación del clínker, se producen los componentes principales o potenciales que constituyen el 95% de dicho material, los cuales se conocen como mineral, debido a las impurezas de las materias primas.

- Al silicato tricálcico se le conoce como Alita (C_3S).
- Al silicato dicálcico se le denomina Belita (C_2S).
- El ferrito aluminato tetracálcico (C_4AF) es la ferrita.
- Celita al aluminato tricálcico (C_3A).

El motivo de añadir yeso al cemento es para retardar (controlar) el fraguado, ya que, si solo se muele el clínker, al mezclarlo con el agua fraguaría casi inmediatamente, y no permitiría ni su manipulación ni su instalación.

La retardación de la hidratación inicial del cemento depende de la presencia de los iones SO_4 .⁶

⁶ <http://apuntesingenierocivil.blogspot.com.es/2010/10/hidratacion-del-cemento.html> Libro de tecnología del concreto/ Jesús David Osorio



Ilustración 6. Clinker
Fuente: Libro de tecnología de concreto

2.2.3.2. TIPOS DE CEMENTO

Se pueden establecer dos tipos básicos de cemento:

- a) **De origen arcilloso:** obtenidos a partir de arcilla y piedra caliza en proporción 1 a 4 aproximadamente.
- b) De origen **puzolánico:** la puzolana del cemento puede ser de origen orgánico o volcánico.

Desde el punto de vista químico se trata en general de una mezcla de silicatos y aluminatos de calcio, obtenidos a través del cocido de calcáreo, arcilla y arena. El material obtenido, molido muy finamente, una vez que se mezcla con agua se hidrata y solidifica progresivamente. Puesto que la composición química de los cementos es compleja, se utilizan terminologías específicas para definir las composiciones. ⁷

⁷ <http://apuntesingenierocivil.blogspot.com.es/2010/10/hidratacion-del-cemento.html> Libro de tecnología del concreto/ Jesús David Osorio

- **El cemento portland**

El tipo de cemento más utilizado como aglomerante para la preparación del concreto es el cemento portland, producto que se obtiene por la pulverización del clinker portland con la adición de una o más formas de yeso (sulfato de calcio). Se admite la adición de otros productos siempre que su inclusión no afecte las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionales deben ser pulverizados conjuntamente con el clinker. Cuando el cemento portland es mezclado con el agua, se obtiene un producto de características plásticas con propiedades adherentes que solidifica en algunas horas y endurece progresivamente durante un período de varias semanas hasta adquirir su resistencia característica. El proceso de solidificación se debe a un proceso químico llamado hidratación mineral.

Normativa

La calidad del cemento portland deberá estar de acuerdo con la norma ASTM C 150. En Europa debe estar de acuerdo con la norma EN 197-1. En España los cementos vienen regulados por la Instrucción para

recepción de cementos RC-08, aprobada por el Real Decreto 956/2008 de 6 de junio.

- **Cementos de mezclas**

Los cementos de mezclas se obtienen agregando al cemento Portland normal otros componentes como la puzolana. El agregado de estos componentes les da a estos cementos nuevas características que lo diferencian del Portland normal.

- **Cemento de fraguado rápido**

El cemento de fraguado rápido, también conocido como "cemento romano ó prompt natural", se caracteriza por iniciar el fraguado a los pocos minutos de su preparación con agua. Se produce en forma similar al cemento Portland, pero con el horno a una temperatura menor (1.000 a 1.200 °C). Es apropiado para trabajos menores, de fijaciones y reparaciones, no es apropiado para grandes obras porque no se dispondría del tiempo para efectuar una buena aplicación. Aunque se puede iniciar el fraguado controlado mediante retardantes naturales (E-330) como el ácido cítrico, pero aun así si inicia el fraguado aproximadamente a los 15 minutos (a 20 °C). La ventaja es que, al pasar aproximadamente 180 minutos de iniciado del fraguado, se consigue una

resistencia muy alta a la compresión (entre 8 a 10 MPa), por lo que se obtiene gran prestación para trabajos de intervención rápida y definitivos. Hay cementos rápidos que, pasados 10 años, obtienen una resistencia a la compresión superior a la de algunos hormigones armados (mayor a 60 MPa).

- **Cemento aluminoso**

El cemento aluminoso se produce principalmente a partir de la bauxita con impurezas de óxido de hierro (Fe_2O_3), óxido de titanio (TiO_2) y óxido de silicio (SiO_2). Adicionalmente se agrega óxido de calcio o bien carbonato de calcio. El cemento aluminoso también recibe el nombre de «cemento fundido», pues la temperatura del horno alcanza hasta los 1.600 °C, con lo que se alcanza la fusión de los componentes. El cemento fundido es colado en moldes para formar lingotes que serán enfriados y finalmente molidos para obtener el producto final.

2.2.3.3. DENSIDAD DEL CEMENTO

Se determina por la relación entre la masa de una cantidad dada y el volumen absoluto de esa masa. En los cementos normales este valor está muy cerca de 3,15 g/cm³, en los adicionados este valor está cerca de 2,90

g/cm³, dependiendo de la cantidad de adiciones utilizadas.⁸



Ilustración 7. Ensayo de Densidad Real del Cemento
Fuente: Tesista - Belen cadena

2.2.4. AGREGADOS

La palabra se refiere a cualquier combinación de arena, grava o roca triturada en su estado natural o procesado. Son minerales comunes, resultados de las fuerzas geológicas erosivas del agua y del viento. Son generalmente encontrados en ríos y valles, donde han sido depositados por las corrientes de agua.

Son aquellos materiales inertes de forma granular naturales o artificiales que aglomerados por el cemento Portland en presencia de agua, conforman un todo compacto (piedra artificial) conocido como concreto u concreto (Guzmán, 2001).

⁸ <http://apuntesingenierocivil.blogspot.com.es/2010/10/hidratacion-del-cemento.html> Libro de tecnología del concreto/ Jesús David Osorio

Proporcionan resistencia mecánica al material. Tienen diversos tamaños, formas y texturas.⁹

Generalmente se entiende por "agregado" a la mezcla de arena y piedra de granulometría variable. El concreto es un material compuesto básicamente por agregados y pasta cementicio, elementos de comportamientos bien diferenciados:

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.011.¹⁰



Ilustración 8. Agregados

Fuente: Pagina web

2.2.4.1. CLASIFICACION DE LOS AGREGADOS

- **CLASIFICACION POR SU ORIGEN**

Son aquellos procedentes de la explotación de fuentes naturales tales como: depósitos de arrastres fluviales

⁹ Página Web / [www. Construaprende.com](http://www.Construaprende.com)

¹⁰ Agregados / Ronald Campos Cisneros

(arenas y gravas de río) o glaciares (cantos rodados) y de canteras de diversas rocas y piedras naturales. Pueden usarse tal como se hallen o variando la distribución de tamaños de sus partículas, si ello se requiere. Este tipo de agregados se dividen en ¹¹:



Ilustración 9. Agregados Ígneos
Fuente: Pagina web



Ilustración 10. Agregados Sedimentarios
Fuente: Pagina web

¹¹ Agregados / Ronald Campos Cisneros



Ilustración 11. Agregados Metamórficas
Fuente: Pagina web

- **CLASIFICACION POR COLOR**

Es una de las clasificaciones más fáciles de utilizar ya que solo considera el color del material para hacer una diferenciación, sin embargo, también es uno de los métodos que menos información proporciona acerca del material y del desempeño que se puede tener en la mezcla de concreto ¹².



Ilustración 12. Agregados por color
Fuente: Pagina web

- **CLASIFICACION POR EL TAMAÑO DE LA PARTICULA**

Esta identificación de los agregados se deriva de dividirlos de acuerdo con el que pasa o no la frontera nominal de 4.75 mm

¹² Agregados / Ronald Campos Cisneros

(Tamiz n°4). De acuerdo a lo estipulado en la norma técnica peruana, tejido de alambre y tamices para propósito de ensayo.

De acuerdo al tamaño de la partícula se tiene dos clases de agregados:

2.2.4.2. AGREGADO GRUESO

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la Norma NTP 400.011. Los agregados son la fase discontinua del concreto.¹³

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz N° 4 y que cumple con los límites establecidos de las Norma 400.037.¹⁴

El agregado grueso estará conformado por fragmentos cuyo perfil será preferentemente rugosa y libres de material escamoso, materia orgánica, partículas landas, tierra, polvo, limo, humus, incrustaciones superficiales, sales u otras sustancias dañinas.¹⁵

¹³ Rivva López, Materiales para el Concreto, 2014, pág. 68

¹⁴ Rivva López, Materiales para el Concreto, 2014, pág. 75

¹⁵ Rivva López, Materiales para el Concreto, 2014, pág. 75

Sera necesario tener un agregado libre de sustancias perjudiciales similar al agregado fino y que no exceda los valores indicados.

Tabla 2. Máximos permitidos de sustancias perjudiciales en agregado grueso

| TIPO DE SUSTANCIA | PORCENTAJE % (POR PESO) |
|--|-------------------------|
| Material que pasa tamiz N° 200 (75 µm) | 0.5 |
| Material liviano | 2.0 |
| Pedazos de arcilla | 0.5 |
| Otros materiales perjudiciales | 1.0 |

Fuente: (ACI 207.1R, 2007).

Con respecto a la granulometría, la gradación del agregado grueso deberá cumplir una de las siguientes gradaciones, el tamaño máximo del agregado grueso a usar dependerá de la separación del acero de refuerzo o elementos empotrados o por escasa disponibilidad de agregados más grandes.

Tabla 3. % Requerimientos de gradación para agregado grueso

| TAMIZ | PORCENTAJE SEGÚN PESO QUE PASA POR TAMIZ DESIGNADO | | | |
|------------------|--|-------------------------|----------------------------|------------------------|
| | Guijarros 6 a 3 in. | Grueso 3 a 1-1/2 in. | Mediano 1-1/2 a 3/4 in. | Fino 3/4 in. a N° 4 |
| Pulgadas (mm) | 150 a 75 mm) | (75 a 37.5 mm) | (37.5 a 19 mm) | (19 a 4.75 mm) |
| 7 (175) | 100 | | | |
| 6 (150) | 90 a 100 | | | |
| 4 (100) | 20 a 45 | 100 | | |
| 3 (75) | 0 a 15 | 90 a 100 | | |
| 2 (50) | 0 a 5 | 20 a 55 | 100 | |
| 1-1/2 (37.5) | | 0 a 10 | 90 a 100 | |
| 1 (25) | | 0 a 5 | 20 a 45 | 100 |
| 3/4 | | | 1 a 10 | 90 a 100 |
| 3/8 | | | 0 a 5 | 30 a 55 |
| N° 4 | | | | 0 a 5 |

Fuente: (ACI 207.1R, 2005).

2.2.4.3. AGREGADO FINA

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la Norma NTP 400.011. Los agregados son la fase discontinua del concreto.¹⁶

El agregado fino consistirá en arena natural, arena manufacturada, o una combinación de ambas; definiéndosele como aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa la malla 3/8" y cumple con los límites establecidos en las normas NTP 400.037 o ASTM C33.¹⁷

Tabla 4. % Máximos permitidos de sustancias perjudiciales en agregado fino

| TIPO DE SUSTANCIA | PORCENTAJE %(POR PESO) |
|--|----------------------------|
| Pedazos de arcilla y partículas desmenuzables | 3.0 |
| Material más fino que tamiz N° 200 (75 µm): | |
| Para concreto sujeto a abrasión | 3.0* |
| Para otros concretos | 5.0* |
| Carbón y lignito: | |
| Donde la apariencia de la superficie de concreto es importante | 0.5 |
| Otros concretos | 1.0 |

Fuente: (ACI 207.1R, 2005).

Se debe tener presente que el agregado no debe presentar cantidades peligrosas de arcilla, limo, polvo, mica, materia orgánica o impurezas, En el siguiente

¹⁶ Rivva López, Materiales para el Concreto, 2014, pág. 68

¹⁷ Rivva López, Naturaleza y materiales para el concreto, 2000, pág. 179

cuadro se puede apreciar los límites permitidos en porcentaje según el peso, para un concreto masivo.

En la granulometría es necesario que el agregado fino tenga una buena gradación para el concreto masivo, este influenciara la trabajabilidad del concreto, sin embargo, puede usar otras gradaciones probadas en laboratorio, permitiendo un margen amplio de gradaciones, en el Tabla N°6 se muestra un comparativo los rangos recomendados establecidos por el ACI 207.1R y lo usado en la especificación del proyecto.

Tabla 5. % Comparativo de granulometría del agregado fino para concreto masivo

| TAMIZ | PORCENTAJE RETENIDO, INDIVIDUAL SEGÚN PESO | PORCENTAJE QUE PASA |
|-------------------|---|--|
| Norma | ACI 207.1R | Especificación del Proyecto |
| 3/8 in. (9.50 mm) | 0 | 100 |
| N° 4 (4.75 mm) | 0 a 5 | 95 -100 |
| N° 8 (2.36 mm) | 5 a 15 | 80 - 100 |
| N° 16 (1.18 mm) | 10 a 25 | 50 - 85 |
| N° 30 (600 μm) | 10 a 30 | 25 – 60 |
| N° 50 (300 μm) | 15 a 35 | 5 – 30 |
| N° 100 (150 μm) | 12 a 20 | 0 - 10 |
| Fracción de tamiz | 3 a 7 | |

Fuente: (ACI 207.1R, 2005).

2.2.5. ELABORACION DE LA MEZCLA DE PATRON

Se elabora una cantidad significativa de probetas para realizar los ensayos requeridos, se utiliza moldes metálicos y demás

instrumentos de laboratorio de ensayo de materiales, mecánica de suelos y rocas, sumados a los moldes plásticos.¹⁸

Primero se añade los agregados con una cantidad de agua para humedecerlo. Posteriormente se añade el cemento y la cantidad restante de agua dejando el tiempo necesario para que los elementos se combinen obteniendo una mezcla uniforme, luego se toma una muestra para realizar los ensayos de concreto fresco.¹⁹

2.2.5.1. METODO ACI 211.1

El comité 211.1 del ACI ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezclas bastante simple. Es usual que las características de obra establezcan limitaciones a quien tiene la responsabilidad de diseñar la mezcla. Entre dichas limitaciones pueden estar:

- Relación agua/cemento máximo.
- Contenido mínimo de cemento
- Contenido máximo de aire
- Asentamiento
- Tamaño máximo nominal del agregado grueso
- Resistencia en compresión mínima

¹⁸ Informe de diseño de mezcla / Universidad centroamericana

¹⁹ Informe de diseño de mezcla / Universidad centroamericana

- Requisitos especiales relacionados con la resistencia promedio, el empleo
- de aditivos o la utilización de tipos especiales de cementos o agregados.²⁰

2.2.6. CONCRETO

El concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia.²¹

El concreto es un producto artificial compuesto que consiste de un medio ligante denominado pasta, dentro del cual se encuentran embebidas partículas de un medio ligado denominado agregado.²²

El concreto es un material de uso común, o convencional y se produce mediante la mezcla de tres componentes esenciales, cemento, agua y agregados, a los cuales eventualmente se incorpora un cuarto componente que genéricamente se designa como aditivo.²³

²⁰ Rivva López, Diseño de Mezclas, 2014, pág. 90.

²¹ Flavio Abanto C., Tecnología del Concreto, 2009, pág. 11

²² ICG., Naturaleza y Materiales del Concreto, 2004, Pág.8

²³ Ing. Ana Torre C., Curso Básico de Tecnología del Concreto para Ingenieros Civiles, 2004, Pág. 74

2.2.6.1. IMPORTANCIA.

Actualmente el concreto es el material de construcción de mayor uso en nuestro país.

Si bien la calidad final del concreto depende en forma muy importante del conocimiento del material y de la calidad profesional del ingeniero, el concreto es, en general, desconocido en muchos de sus siete grandes aspectos: naturaleza, materiales, propiedades, selección de las proporciones, proceso de puesta en obra, control de calidad e inspección, y mantenimiento de los elementos estructurales.²⁴

2.2.6.2. CARACTERISTICAS.

Entre los factores que hacen del concreto un material de construcción Universal tenemos:

- La facilidad con que puede colocarse dentro de los encofrados de casi cualquier forma mientras aún tiene una consistencia plástica.
- Su elevada resistencia a la compresión lo que le hace adecuado para elementos sometidos fundamentalmente a compresión, como columnas y arcos.

²⁴ ICG., Naturaleza y Materiales del Concreto, 2004, Pág.8

- Su elevada resistencia al fuego y a la penetración del agua.

Pero el concreto también tiene desventajas como, por ejemplo:

- Con frecuencia el concreto se prepara en el sitio en condiciones en donde no hay un responsable absoluto de su producción, es decir el control de calidad no es tan bueno.
- El concreto es un material de escasa resistencia a la tracción. Esto hace difícil su uso en elementos estructurales que están sometidos a tracción por completo (como los tirantes) o en parte de sus secciones transversales (como vigas u otros elementos sometidos a flexión).

Para superar esta limitación se utiliza el acero, con su elevada resistencia a tracción. La combinación resultante de ambos materiales, se conoce como concreto armado, posee muchas de las mejores propiedades de cada uno.²⁵

2.2.6.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO.

Las características del concreto han de ser función del fin para el cual está destinado. Por ello la selección de

²⁵ Flavio Abanto C., Tecnología del Concreto, 2009, pág. 11, 12

las propiedades de la unidad cubica de concreto debe permitir obtener un concreto con la facilidad de colocación, densidad, resistencia, durabilidad u otras propiedades que se consideran necesarias para el caso particular para el cual la mezcla está siendo diseñada.²⁶

- **TRABAJABILIDAD:** Se entiende por trabajabilidad a aquella propiedad del concreto al estado no endurecido la cual determina su capacidad para ser manipulada, transportado, colocado y consolidado adecuadamente, con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad; así como para ser acabado sin que presente segregación.²⁷
- **CONSISTENCIA:** La consistencia del concreto es una propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma; entendiéndose con ello que cuanto más húmeda es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante su colocación. La consistencia está relacionada, pero no es sinónimo de trabajabilidad. Así, por ejemplo, una mezcla muy trabajable para

²⁶ Rivva López, Propiedades del Concreto, 2014, pág. 37

²⁷ Rivva López, Propiedades del Concreto, 2014, pág. 37

pavimento puede ser consistente, en tanto que una mezcla poco trabajable en estructuras con alta concentración de acero puede ser de consistencia plástica.²⁸

- **RESISTENCIA:** La resistencia del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad. La resistencia es considerada como una de las más importantes propiedades del concreto endurecido, siendo la que generalmente se emplea para la aceptación o rechazo del mismo. Pero el ingeniero diseñador de la mezcla debe recordar que otras propiedades, tales como la durabilidad, permeabilidad, o resistencia al desgaste pueden ser tanto o más importantes que la resistencia, dependiendo de las características y ubicación de la obra.²⁹
- **DURABILIDAD:** El concreto debe ser capaz de endurecer mantener sus propiedades en el tiempo

²⁸ Rivva López, Propiedades del Concreto, 2014, pág. 40

²⁹ Rivva López, Propiedades del Concreto, 2014, pág. 42

aun en aquellas condiciones de exposición que normalmente podrían disminuís o hacerle perder su capacidad estructural. Por tanto, se define como concreto durable a aquel que puede resistir, en grado satisfactorio, los efectos de las condiciones de servicio las cuales él está sometido.³⁰

- **DENSIDAD:** En determinados tipos de obras, la selección de las proporciones de la mezcla de concreto es efectuada fundamentalmente para obtener alta densidad. En estos casos, empleando agregados especiales, se pueden obtener concretos trabajables con pesos unitarios del orden de 5600 kg/m^3 .³¹
- **GENERACION DE CALOR:** Un aspecto importante de la selección de las propiedades de los concretos masivos es el tamaño y perfil de la estructura en la cual ellos van a ser empleados. Ellos son debido a que la colocación de grandes volúmenes de concreto puede obligar a tomar medidas para controlar la generación de calor debida al proceso de hidratación de cemento, con

³⁰ Rivva López, Propiedades del Concreto, 2014, pág. 44, 45

³¹ Rivva López, Propiedades del Concreto, 2014, pág. 47

los resultantes cambios de volumen en el interior de la masa de concreto y el incremento en el peligro de figuración del mismo. Como regla general, para los cementos normales Tipo I, la hidratación deberá generar una elevación de temperatura del concreto del orden de 6 a 11 °C^o por saco de cemento por metro cubico de concreto.

Si la elevación de la temperatura de la masa de concreto no es mantenida en un mínimo, o si no permite que el calor se disipe a una velocidad razonable, o si se permite que el concreto se enfríe rápidamente, puede presentarse agrietamiento.³²

- **ESCURRIMIENTO PLASTICO:** Cuando el concreto está sujeto a una carga constante, la deformación producida por dicha carga puede ser dividida en dos partes: la deformación elástica, la cual ocurre inmediatamente y desaparece totalmente en cuanto se remueve la carga, y el escurrimiento plástico el cual se desarrolla gradualmente.

³² Rivva López, Propiedades del Concreto, 2014, pág. 47, 48

El escurrimiento plástico puede por lo tanto ser definido como el alargamiento o acortamiento que sufre una estructura de concreto como consecuencia de una sollicitación uniforme y constante de tracción o compresión respectivamente.³³

- **DILATACION TERMICA:** Sabemos que las propiedades térmicas del concreto son importantes en relación con el mantenimiento en valores mínimos de los cambios de volumen. Como coeficiente de dilatación térmica del concreto puede aceptarse 1/100 000, siempre que no se determine otro valor para casos especiales, dado que el valor real es una magnitud variable que depende del tipo de cemento, de las características de los agregados y de su volumen en unidad cubica de concreto, así como el grado de humedad y de las dimensiones de la sección transversal.³⁴

³³ Rivva López, Propiedades del Concreto, 2014, pág. 49

³⁴ Rivva López, Propiedades del Concreto, 2014, pág. 50

2.2.6.1. TIPOS DE CONCRETO.

A. **CONCRETO SIMPLE:** Es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso y agua.

En la mezcla el agregado grueso deberá estar totalmente envuelto por la pasta de cemento, el agregado fino deberá rellenar los espacios entre el agregado grueso y a la vez estar recubierto por la misma pasta.³⁵

B. **CONCRETO ARMADO:** Se denomina así al concreto simple cuando éste lleva armaduras de acero como refuerzo y que está diseñado bajo la hipótesis de que los dos materiales trabajan conjuntamente, actuando la armadura para soportar los esfuerzos de tracción o incrementar la resistencia a la compresión del concreto.³⁶

C. **CONCRETO ESTRUCTURAL:** Se denomina así al concreto simple, cuando este es dosificado, mezclado, transportado y colocado, de acuerdo a especificaciones precisas, que garanticen una resistencia mínima pre-

³⁵ Flavio Abanto C., Tecnología del Concreto, 2009, pág. 12

³⁶ Flavio Abanto C., Tecnología del Concreto, 2009, pág. 13

establecida en el diseño y una durabilidad adecuada.³⁷

- D. **CONCRETO CICLOPEO:** Se denomina así al concreto simple que está complementado con piedras desplazadoras de tamaño máximo de 10", cubriendo hasta el 30% como máximo, del volumen total.

Las piedras deben ser introducidas previa selección y lavado, con el requisito indispensable de que cada piedra, en su ubicación definitiva debe estar totalmente rodeada de concreto simple.³⁸

- E. **CONCRETOS LIVIANOS:** Son preparados con agregados livianos y su peso unitario varía desde 400 a 1700 kg/m^3 .

- F. **CONCRETOS NORMALES:** Son preparados con agregados corrientes y su peso unitario varía de 2300 a 2500 kg/m^3 . Según el tamaño máximo del agregado. El peso promedio es de 2400 kg/m^3 .³⁹

³⁷ Flavio Abanto C., Tecnología del Concreto, 2009, pág. 13

³⁸ Flavio Abanto C., Tecnología del Concreto, 2009, pág. 13

³⁹ Flavio Abanto C., Tecnología del Concreto, 2009, pág. 13

- G. **CONCRETOS PESADOS:** Son preparados utilizando agregados pesados, alcanzando el peso unitario valores entre 2800 a 6000 kg/m^3 .⁴⁰
- H. **CONCRETO PREMEZCLADO:** Es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores. y que es transportado a obra.⁴¹
- I. **CONCRETO PREFABRICADO:** Elementos de concreto simple o armado fabricados en una ubicación diferente a su posición final en la estructura.⁴²
- J. **CONCRETO BOMBEADO:** Concreto que es impulsado por bombeo, a través de tuberías hacia su ubicación final.⁴³

2.2.6.2. ENSAYO EN CONCRETO FRESCO.

- A. **ASENTAMIENTO:** Una muestra de concreto fresco mezclado, se coloca en un molde con forma de cono trunco, y se compacta por varillado.

⁴⁰ Flavio Abanto C., Tecnología del Concreto, 2009, pág. 13

⁴¹ Flavio Abanto C., Tecnología del Concreto, 2009, pág. 14

⁴² Flavio Abanto C., Tecnología del Concreto, 2009, pág. 14

⁴³ Flavio Abanto C., Tecnología del Concreto, 2009, pág. 14

El molde se retira hacia arriba permitiendo que el concreto se asiente. La distancia vertical entre la posición inicial y la desplazada, medida en el centro de la superficie superior del concreto, se informa como el asentamiento del concreto. *Norma de referencia NTP 339.035.*

B. PESO UNITARIO DEL CONCRETO: Consiste en determinar el volumen del concreto producido, con el fin de verificar la correcta dosificación y rendimiento de los materiales es una base para determinar el rendimiento de la mezcla, el contenido de cemento y el contenido de aire. *Norma de referencia NTP 339.046.*

$$D = \frac{M_c - M_m}{V_m}$$

D = Densidad, en Kg/m³

Mc = Masa del recipiente de medida lleno de concreto, en Kg.

Mm = Masa del recipiente de medida, en Kg.

Vm = Volumen del recipiente de medida, en m³

C. CONTENIDO DE AIRE: Consiste en determinar el contenido de aire atrapado en la mezcla, el aire presente en los vacíos de la pasta de un

concreto puede tener su origen en las siguientes causas: *Norma de referencia 339.080.*

- Aire atrapado presente en los espacios inter granulares del cemento y agregados.
- Aire originalmente en los espacios de cemento y agregados, pero después depositados en la pasta al endurecer formándose los llamados poros gel.
- Aire originalmente disuelto en el agua de la mezcla formándose los poros capilares
- Aire incorporado en el concreto durante los procesos de mezcla y colocación

D. RENDIMIENTO DEL CONCRETO: Es la relación entre el volumen real del concreto al volumen de diseño para la mezcla se calcula de la siguiente manera: *Norma de referencia NTP 339.046.*

$$Y(m^3) = \frac{M}{D}$$

El valor de R_y mayor que 1.00 indica un exceso de concreto que se produce, un valor menor de esto indica que el volumen de la mezcla será corto con relación al volumen diseñado.

D = Densidad, en Kg./m³

Y = Rendimiento, volumen de concreto producido por tanda, en m³

M = Masa total de todos los materiales de la tanda, en Kg.

E. TEMPERATURA DEL CONCRETO: El objeto de este ensayo es determinar la temperatura del concreto fresco el cual consisten en colocar el dispositivo de medición de temperatura en la mezcla de concreto fresco, de tal modo que el sensor esté sumergido un mínimo de 75mm (3 pulg).

Presionar levemente el concreto en la superficie alrededor del dispositivo de medición de temperatura para que la temperatura ambiente no afecte la lectura.

Dejar introducido el dispositivo medidor de temperatura en el concreto fresco por un mínimo de 2 minutos o hasta que la lectura se estabilice, a continuación, leer y registrar la temperatura.

Completar la medición de temperatura dentro de los 5 minutos luego de haberse obtenido la muestra. *Norma de referencia NTP 339.184*

2.2.6.3. ENSAYO EN CONCRETO ENDURECIDO.

A. ELABORACION Y CURADO DE PROBETAS:

El método estándar para elaboración y curado de probetas es un ensayo para concreto fresco en el que se realiza la fabricación de cilindros de concreto de diámetros establecido de acuerdo a la norma NTP 339.033 en el que indica también los procedimientos de curado.

Tabla 6. Requisitos de la barra compactadora

| Diámetro del cilindro o ancho de la viga, mm | Dimensiones de la varilla | |
|---|---------------------------|----------------------------|
| | Diámetro, mm | Longitud de la varilla, mm |
| < 150 | 10 | 300 |
| 150 | 16 | 500 |
| 225 | 16 | 650 |
| Tolerancia en la longitud, ± 100 mm. Tolerancia en el diámetro ± 2 mm | | |

FUENTE: NTP 339.033

Tabla 7. Método de consolidación requisitos de aplicación

| Asentamiento, mm | Método de consolidación |
|------------------|-------------------------|
| ≥ 25 | Apisonado o vibración |
| < 25 | Vibración |

FUENTE: NTP 339.033

Tabla 8. Moldeo de especímenes por apisonado

| Tipo de espécimen y tamaño | Número de capas de igual altura | Número de golpes por capa |
|--------------------------------|--|---------------------------|
| Cilindros: diámetro, mm | | |
| 100 | 2 | 25 |
| 150 | 3 | 25 |
| 225 | 4 | 50 |
| Vigas. Ancho, mm | | |
| 150 a 200 | 2 | Véase 10.3 |
| > 200 | 3 ó más de igual altura, sin exceso 150 mm | Véase 10.3 |

FUENTE: NTP 339.033

B. TIEMPO DE FRAGUA.

El tiempo de fragua, se determina mediante el ensayo de la norma NTP 339.082 en el cual se emplean agujas metálicas de diferentes diámetros con un dispositivo de aplicación de carga que permite medir la presión aplicada sobre el mortero obtenido de tamizar el concreto por la malla N°4.

Se considera convencionalmente que se ha producido el fraguado inicial cuando se necesita aplicar una presión de 500 lb/pulg^2 . para introducir la aguja una pulgada, y el fraguado final cuando se necesita aplicar la presión de 4000 lb/pulg .

TIEMPO DE FRAGUADO INCIAL: Se caracteriza por un aumento en la viscosidad y

en la temperatura de mezcla, así como la pérdida inicial de la plasticidad el tiempo de fraguado inicial se considera cuando la resistencia a la penetración es de 500 lb/pulg^2 .

TIEMPO DE FRAGUADO FINAL: Es el tiempo en que la mezcla de concreto perdió totalmente su capacidad de deformación, consecuencia del aumento de su resistencia, se obtiene para una resistencia a la penetración de 4000 lb/pulg^2

Estos valores determinan el endurecimiento en función de la resistencia a la penetración mediante el método de ensayo normalizado para determinar el tiempo de fragua.

Una muestra de mortero se obtendrá por tamizado de una muestra representativa del concreto fresco. El mortero será colocado en un recipiente y será almacenado a una temperatura ambiente especificada. A intervalos regulares de tiempo, se obtendrá la resistencia a la penetración del mortero utilizado agujas normalizadas. De una curva de resistencia a la penetración versus el tiempo

transcurrido se determinará los tiempos de fraguado inicial y final.⁴⁴

C. DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

El método de ensayo de resistencia a la compresión de muestras cilíndricas de concreto endurecido consiste determinar la resistencia a la compresión del concreto a diferentes edades los mismos que están establecidos por la norma NTP 339.034.

Tabla 9. Tolerancias prescritas para los ensayos

| 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: NTP 339.034

2.2.7. CURADO DE CONCRETO

El curado, según el ACI 308 R, es el proceso por el cual el concreto elaborado con cemento hidráulico madura y endurece con el tiempo, como resultado de la hidratación continua del cemento en presencia de suficiente cantidad de agua y de calor⁴⁵. Esta definición pone de manifiesto dos cosas importantes: el cemento requiere de cierta cantidad de agua

⁴⁴ NTP 339.082, pág. 3

⁴⁵ ACI Committee 308 R "Guide to Curing Concrete", American Concrete Institute, Detroit, 2001.

para hidratarse (en promedio 25% de la masa de cemento), si embargo para garantizar, en toda la masa de concreto, disponibilidad de agua de hidratación para el cemento es conveniente contar con una cantidad mayor, ya que la hidratación sólo es posible en un espacio saturado. Esto no es un inconveniente ya que aún un concreto de baja relación agua/cementante, por ejemplo 0,45, tiene un 80% de agua por encima de lo requerido por el cemento para hidratarse, sin embargo, la prematura desecación del concreto puede reducir el agua en la mezcla, especialmente en elementos laminares, a niveles donde la hidratación será incompleta.

En la medida en que haya suficiente agua el cemento continuará hidratándose hasta que todos los espacios de poros disponibles se vean colmados con los productos de hidratación o hasta que no haya más cemento para hidratar. Según Powers⁴⁶ la clave para el desarrollo tanto de la resistencia mecánica como de las características de durabilidad del concreto, no es tanto el grado de hidratación del cemento, como el grado en que los poros entre partículas de cemento se hayan llenado con los productos de hidratación, dicho de otra manera: la resistencia y la

⁴⁶ Power, T.C., "A discussion of Cement Hydration in Relation to the Curing of Concrete", Proceedings, Highway Research Board, V.27, 1948

durabilidad dependen fundamentalmente del grado de porosidad de la matriz del concreto.

En el Grafico No.1 muestra el comportamiento macro del concreto en lo que respecta a su desarrollo de resistencia en función del tiempo y del tipo de curado proporcionados⁴⁷. Se ve claramente que un defecto de curado erosiona el potencial de resistencia mecánica del concreto e incluso lesiona económicamente el proyecto ya que se obtiene un producto de inferior resistencia y durabilidad a aquel por el cual se pagó.

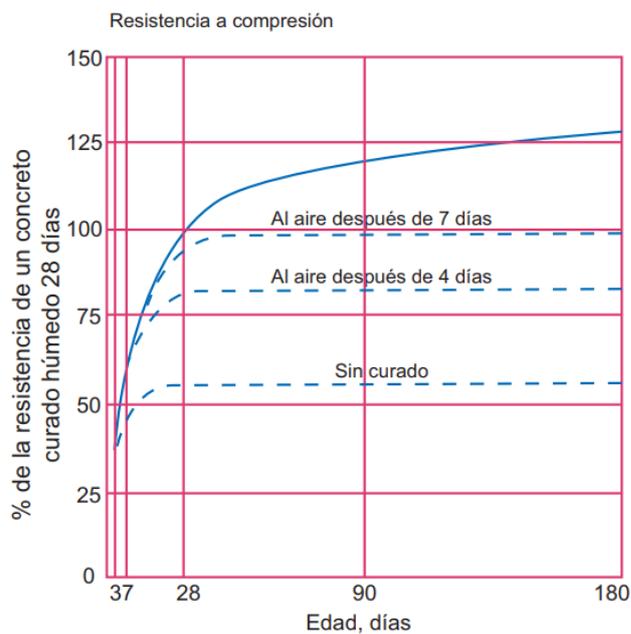


Grafico 1. Resistencia a la compresión de cilindros
FUENTE: Sika Catalogo ISSN-0122-0594

En el Grafico No.2 muestra el comportamiento micro de morteros con respecto a una variable muy importante como es

⁴⁷ Kosmatka and Panarese, W.C., "Design and Control of Concrete Mixtures", Portland Cement Association, Skokie. Ill, 13th Ed, 1988.

la permeabilidad, propiedad directamente relacionada con la durabilidad y resistencia a un ambiente agresivo, en función del tiempo de curado.⁴⁸

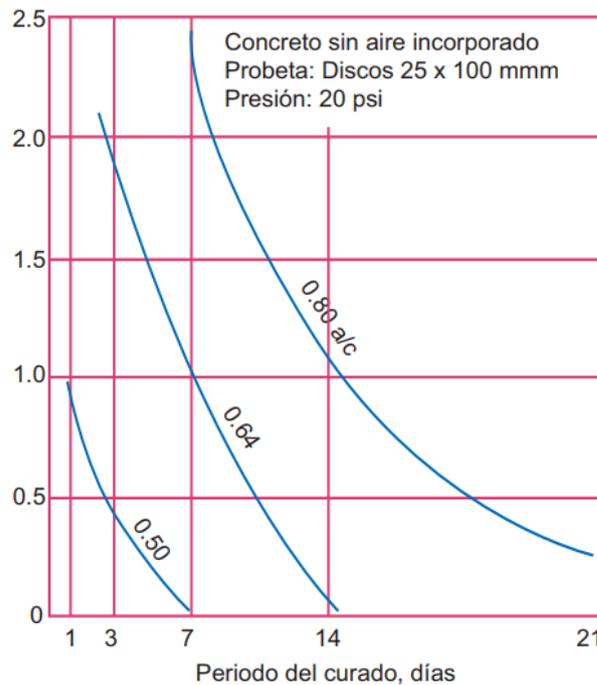


Gráfico 2. Influencia del curado en la permeabilidad
FUENTE: Sika Catalogo ISSN-0122-0594

Nótese, en el Gráfico No.2, que entre mayor sea la relación agua/cemento mayor tiempo de curado es necesario para lograr el mismo nivel de permeabilidad. Esto permite concluir que el nivel de llenado de los poros con productos de hidratación depende no sólo del grado de hidratación del cemento sino del volumen inicial de poros en la pasta. Así un concreto con baja

⁴⁸ Kosmatka and Panarese, W.C., "Design and Control of Concrete Mixtures", Portland Cement Association, Skokie, Ill, 13th Ed, 1988.

relación agua/cemento requerirá un menor grado de hidratación para conseguir cierto nivel de porosidad deseado.

El ACI 305 define clima cálido como: cualquier combinación de alta temperatura ambiente, baja humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar, que afecte la calidad de la mezcla fresca o del concreto endurecido. En algunos documentos se complementa la definición anterior citando la temperatura mínima que debe exhibir la mezcla para que se dé la condición de concreto en clima cálido, el valor es 29°C. Sin embargo, como se verá más adelante, un viento fuerte y rasante sobre una losa de concreto puede provocar una desecación mayor que la radiación solar directa, de ahí lo conveniente de sopesar la suma de fenómenos expuestos en la definición.

En lo que se refiere a las condiciones para elaborar y colocar concreto el ACI 306 define clima frío como: período en el que, por más de tres días consecutivos, se presentan las siguientes condiciones: a) el promedio de temperatura diaria del aire es menor a 5°C y b) durante más de la mitad del día (o de un período de monitoreo de 24 horas) la temperatura del aire no supera los 10°C.

Aunque en la anterior definición no se cita la humedad relativa, ésta es de vital importancia cuando se trata de curar adecuadamente el concreto para que desarrolle todo su

potencial. Una baja humedad relativa es de importancia al desencofrar el elemento no sólo por la fisuración que pueda provocar el choque térmico entre un medio ambiente muy frío y la masa de concreto caliente, sino por la desecación que puede generarse y que, por supuesto, va en detrimento de la hidratación del cemento.

En el Grafico No.3 resume gráficamente lo expuesto anteriormente sobre la influencia del clima cálido y del clima frío en el desarrollo de la resistencia potencial de una mezcla de concreto⁴⁹.

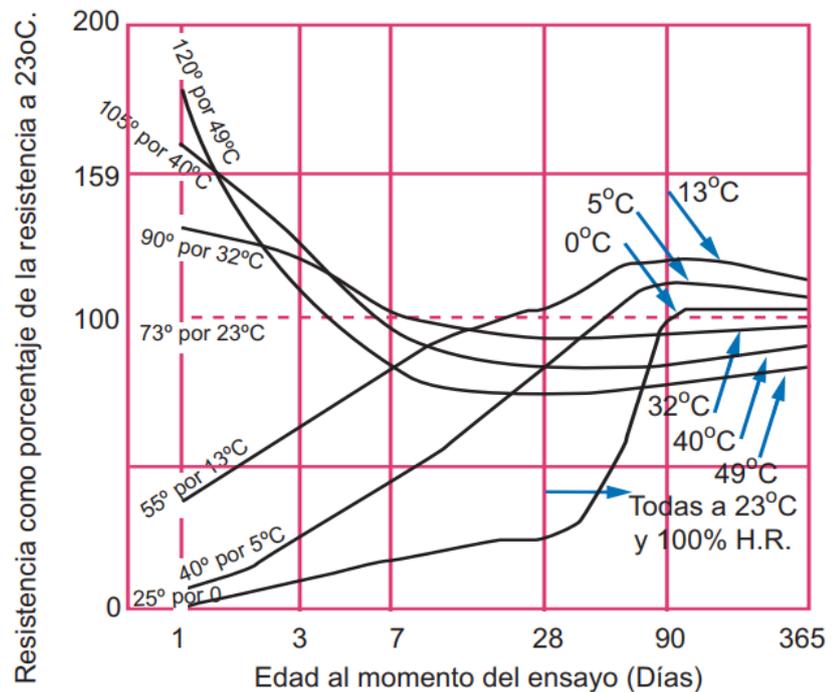


Grafico 3. Efecto de las condiciones de temperatura
FUENTE: Sika Catalogo ISSN-0122-0594

⁴⁹ Scanlon, J. M., "Controlling Concrete during Hot and Cold Weather", Concrete International, Farmington Hills, MI, June 1997.

Exudación es el fenómeno por el cual el exceso de agua de amasado, de una mezcla de concreto, una vez colocada y extendida, empieza a ascender, por capilaridad, y aparece en la superficie del elemento estructural (particularmente en losas) generando un gradiente de humedad donde la mayor relación agua/cementante se encuentra en los primeros centímetros del concreto y va disminuyendo verticalmente. Este fenómeno mejora la calidad de las capas inferiores y degrada las superiores por acumulación de agua, evento desafortunado ya que la zona de trabajo, por ejemplo, en una losa de piso de una bodega, es la superior. Por esta razón y aunque deban extremarse las medidas de curado, se recomienda para evitar la exudación o minimizarla, el uso de reductores de agua de alto poder para producir mezclas de concreto con bajas relaciones agua/cementante. El uso de incorporadores de aire y la adición de humo de sílice al concreto pueden ayudar a controlar la exudación, sin embargo, no son aconsejables en pisos que vayan a ser endurecidos (coronamiento) aplicando una mezcla de arena de cuarzo y cemento, ya que esta aplicación requiere, para ser exitosa, la existencia de agua de exudación en la superficie, de lo contrario el piso se delamina superficialmente.

Desde hace ya varias décadas se aconsejaba que a un concreto de resistencia normal (21 a 35 Mpa a 28 días) se le diera un

tiempo mínimo de curado 7 días. En cierta forma esto coincide con la especificación actual que dice que un concreto de resistencia normal debe curarse hasta que complete el 70% de la resistencia a compresión especificada. Por otra parte, para un concreto de alta resistencia inicial se especifica que debe curarse 3 días y esto coincide, también, más o menos con la obtención para este tipo de concreto del 70% de resistencia a compresión. Sin embargo, estas especificaciones parten de la convicción de que, en las condiciones de obra, la estructura curada como se especifica completará la hidratación del cemento y se alcanzará la resistencia especificada a los 28 días. Poco o nada se dice sobre las especificaciones de durabilidad y esto es grave. La desecación del concreto ocurre rápidamente y se concentra en sus primeros centímetros en un ambiente que favorezca la evaporación del agua.

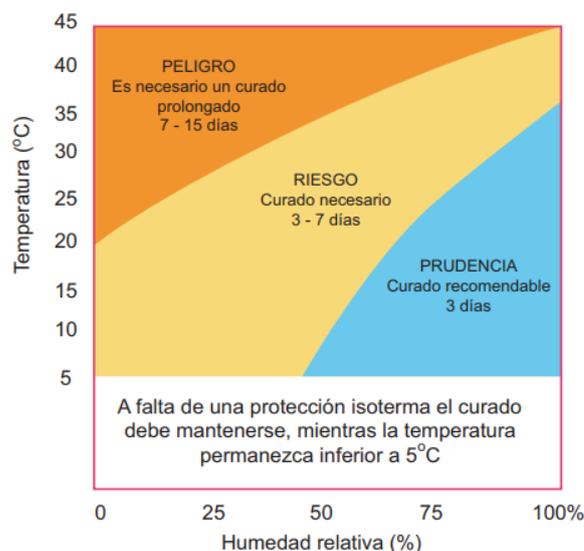


Gráfico 4. *Tiempos de curado mínimo recomendables*
FUENTE: Sika Catalogo ISSN-0122-0594

Esta afectación puede alcanzar 20 a 30 mm, lo que constituye un motivo de preocupación en lo que respecta a la durabilidad del elemento, ya que en presencia de bajos espesores de recubrimiento, hayan sido estos especificados o generados en la obra, en un corto período pueden generarse condiciones suficientes para que se produzca la corrosión del acero de refuerzo.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **Agregado fino:** Proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 9,5 mm (3/8"). (*Norma E.060 del RNE 2014*).
- **Agregado grueso:** Agregado retenido en el tamiz 4,75 mm (N°4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas. (*Norma E.060 del RNE 2014*).
- **Canto rodado:** Piedra pequeña, lisa y redondeada como consecuencia del desgaste sufrido en una corriente de agua.
- **Piedra Chancado:** Es de roca ígnea (andesita), formada por el enfriamiento y solidificación de materia rocosa fundida (magma), compuesta casi en su totalidad por silicatos. Se obtiene por trituración artificial de rocas o ravas y en tamaño, que en nuestro caso es de 1/2" y 3/4".
- **Aire atrapado:** Es el aire atrapado de manera natural en el concreto que puede incrementarse a consecuencia de una

deficiente colocación o compactación. (Instituto del Concreto de 1997).

- **Asentamiento del Concreto:** Es la diferencia entre la altura del recipiente que sirve de molde de una probeta de concreto fresco y la de la probeta fuera del molde, medida en el eje y expresada en pulgadas. (Absalón y Salas 2008).
- **Cantera:** Lugar de donde se extrae piedra u otras materias primas de construcción. (Absalón y Salas 2008).
- **Cemento:** Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua y el aire. (Norma E.060 del RNE 2014).
- **Concreto:** Mezcla de cemento portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivo. (Norma E.060 del RNE 2014).
- **Contenido de aire:** Es la diferencia entre el volumen aparente de la mezcla y el resultante de la suma de los volúmenes absolutos de los componentes. (Absalón y Salas 2008).
- **Diseños de mezcla:** Es la selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto. (Absalón y Salas 2008).
- **Resistencia especificada a la compresión del concreto (f'_c):** Resistencia a la compresión del concreto empleado en el diseño y resistencia guía. (Norma E.060 del RNE 2014).

- **Tamaño máximo nominal:** Es la abertura del tamiz de malla menor a través del cual puede pasar como mínimo el 95% del agregado. (Absalón y Salas 2008).

2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

2.4.1. HIPOTESIS GENERAL

La influencia de la temperatura del curado de concreto es directamente proporcional a la resistencia a la compresión en elementos estructurales.

2.4.2. HIPOTESIS ESPECÍFICAS

- La temperatura de curado, influye de forma directamente proporcional en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$.
- La temperatura de principal en la influencia del curado de concreto, es el agua.

2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

2.5.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

- Temperatura de curado.

2.5.2. VARIABLES DEPENDIENTES

- Resistencia a la compresión.
- Parámetros Mecánicos (Modulo elasticidad y coeficiente de poisson).

2.6. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES

| VARIABLE | DEFINICIÓN | INDICADORES | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS |
|----------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| V. Independientes | Temperatura de curado. | Temperatura | Observación Directa. |
| | | Gradiente térmica | Observación Directa. |
| V. Dependientes | Resistencia a la compresión. | Fraguado del Concreto | Observación Directa. |
| | | Diseño de Mezcla | Observación Directa. |
| | | Resistencia a la Compresión | Observación Directa. |

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

- a) **SEGÚN SU FINALIDAD:** Investigación Aplicada porque vamos a resolver problemas prácticos como la influencia de la temperatura de curado del concreto.
- b) **SEGÚN SU CARÁCTER:** Investigación Descriptiva porque se va a describir fenómenos a través de la observación; Investigación correlacional porque vamos a conocer la relación de la temperatura y la resistencia a la compresión del concreto; Investigación Explicativa porque se va a

explicar los fenómenos que ocurren en el concreto en el curado en la ejecución.

- c) **SEGÚN SU NATURALEZA:** Investigación Cuantitativa porque se va a recopilar datos para probar la hipótesis.
- d) **SEGÚN SU ALCANCE TEMPORAL:** investigación transversal porque se va a estudiar la resistencia del concreto en la influencia de la temperatura en el curado.
- e) **SEGÚN LA ORIENTACIÓN QUE ASUME:** investigación orientada al descubrimiento porque vamos a interpretar y comprender fenómenos.

3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

En general el estudio fue DESCRIPTIVO, no experimental y de corte transversal es descriptivo porque describe la realidad sin alterar su condición.

3.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

El presente proyecto de tesis tiene el método estadístico descriptiva la cual nos permite organizar y clasificar los resultados obtenidos en la medición, revelándose a través de ellos las propiedades, relaciones tendencias del fenómeno. Por el cual la presente investigación está compuesta por tres etapas.

- La primera de ellas se encuentra conformada por todos los ensayos practicada de los materiales primas (agregado grueso, fino), la misma que debía cumplir una

serie de requisitos relacionados con las características según N.T.P.

- La segunda etapa corresponde en la elaboración del diseño de mezcla.
- Por último, la tercera etapa, el ensayo de los especímenes. Para la comprobación de sus características y resultados a la compresión, teniendo como principio la tempera en el proceso de curado del concreto.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la presente investigación es No Experimental, transaccional ya que en esta investigación se recolectarán datos en un solo momento y en un tiempo único.

De acuerdo con el tipo de fuente de recolección de datos Proyectiva, la recolección va a ser primaria mediante libros, fuentes de internet o investigaciones ya relacionadas.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. POBLACIÓN

Se considera como población a las probetas de concreto que se puedan elaborar con el agregado de la cantera obtenidas del distrito de Yanahuanca, Provincia Daniel Carrión, teniendo en cuenta la temperatura del curado.

3.4.2. MUESTRA

Se considera muestra a los 40 especímenes de concreto elaboradas en el laboratorio, con las diversas temperaturas ambiente.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. TÉCNICAS

Se realizó a través de la aplicación de hojas de cálculo (Excel), proporciones y procedimientos establecidos en las normas:

- ASTM C 33 : Especificación Normalizada de Agregados para concreto.
- ASTM C 150 : Especificación Normalizada para Cemento Portland.

3.5.2. INSTRUMENTOS

- Los libros y documentos consultados se encuentran indicados en la bibliografía de referencias presentadas al final de esta investigación.
- Los instrumentos a utilizar están de acuerdo a las normas aplicados anterior mencionado.
 - a. Tamices standard para el análisis granulométrico (1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, No16, N°30, No50, No 100 y N° 200).
 - b. Balanza electrónica con aproximación adecuada.
 - c. Probeta graduada de un litro.

- d. Herramientas: palanas, badilejo, balde, cucharón, enrazador, reglas graduadas, calibrador, etc.
- e. Cono de Abrahams, varilla de hierro de 60 cm. De largo y 5/8" de diámetro, semi redondeada en un extremo.
- f. Neopreno.
- g. Prensa Hidráulica, para la rotura de probetas a Deflectómetro, para medir el esfuerzo VS. Deformación.
- h. Cocina eléctrica.
- i. Termómetro.
- j. Speedy, para analizar el contenido de humedad.



Ilustración 13. *Máquina de los ángeles*
Fuente: (Fuente Propia).



Ilustración 14. Juego de tamices
Fuente: (Fuente Propia).



Ilustración 15. Bomba de vacíos
Fuente: (Fuente Propia).



Ilustración 16. Balanza de precisión
Fuente: (Fuente Propia).



Ilustración 17. Bernier.
Fuente: (Fuente Propia).



Ilustración 18. Molde cilíndrico
Fuente: (Fuente Propia).



Ilustración 19. Bandejas metálicas
Fuente: (Fuente Propia).



Ilustración 20. Equipo para peso específico
Fuente: (Fuente Propia).



Ilustración 21. Horno eléctrico
Fuente: (Fuente Propia).



Ilustración 22. Cono
Fuente: (Fuente Propia).



Ilustración 23. Cesta con malla de alambre con abertura correspondiente al tamiz N° 4
Fuente: (Fuente Propia).



Ilustración 24. Mezcladora
Fuente: (Fuente Propia).



Ilustración 25. Máquina compresora
Fuente: (Fuente Propia).

3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

El presente proyecto de tesis, se desarrolló con los criterios de acuerdo a los criterios establecidos en las normas: ASTM (American Society of Testing Materials) y NTP (Norma Técnica Peruana).

3.6.1. MUESTREO (NTP 400.010, ASTM D420)

Establecer los procedimientos adecuados de muestreo de suelos y rocas, que permitirán la correlación de los respectivos datos con las propiedades del suelo, tales como plasticidad, permeabilidad, peso unitario, compresibilidad, resistencia y gradación; y de la roca, tales como resistencia, estratigrafía, estructura y morfología.⁵⁰

EQUIPOS UTILIZADOS

- **Bolsas plásticas:** Material resistente con capacidad de volumen de más de 25 kg de preferencia.
- **Palas:** Herramienta manual para remover el agregado.
- **Sacos:** Material importante para el almacenamiento de agregados.
- **Zaranda de "1":** Herramienta manual para la selección del agregado en función al tamaño máximo del agregado.
- **Tamiz N° 4:** Instrumento para la clasificación de agregados gruesos y finos.

⁵⁰ MTC (2016), Manual de Ensayos de Materiales, pág.14

PROCEDIMIENTO

- Se verifico que el agregado apilado se encuentre preparado para su venta y el requerimiento del tamaño máximo correspondiente.
- Se realizó el muestreo de arriba de al menos tres porciones tomadas del tercio superior, de la zona media y del tercio inferior del volumen del apilamiento, donde se debe de evitar el segregamiento de agregado grueso.
- Con la ayuda de la pala, se removió el agregado que se encuentra por encima por lo menos 3 a 4 veces, enseguida se realizó la extracción del agregado. Para su posterior clasificación como agregado grueso y fino.
- Finalmente se procedió almacenar en las bolsas de plástico junto con los sacos para evitarla en lo posible la perdida de sus propiedades del agregado e identificar correctamente los sacos. La cantidad de la muestra tanto para agregado grueso y agregado fino será de acuerdo a lo indicado.

3.6.2. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216, NTP 339.185)

La humedad o contenido de humedad de un suelo y agregado es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en

una masa dada de suelo y agergado, al peso de las partículas sólidas.⁵¹

EQUIPOS UTILIZADOS

- ***Recipiente Para Muestra:*** Se utiliza un recipiente metálico de aluminio con suficiente volumen para contener la muestra, el cual no sea afectado por el calor.
- ***Fuente De Calor:*** Es el horno capaz de mantener una temperatura de $110\text{C}^{\circ} + 5\text{C}^{\circ}$.
- ***Balanza:*** Con una precisión de legibilidad y sensibilidad dentro de 0.1% de la carga de ensayo en cualquier punto dentro del rango y graduado como mínimo a 0.05kg.
- ***Agitador:*** Se utiliza una cuchara metálica o espátula de tamaño adecuado.

PROCEDIMIENTO

- Se procedió a pesar el recipiente de aluminio.
- Se pesó el recipiente de aluminio + la muestra humedad natural tanto para el agregado grueso y agregado fino separadamente.
- Seguidamente se colocó la muestra húmeda natural+ el recipiente en el horno para secar completamente a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ por un tiempo de 24 horas.

⁵¹ MTC (2016), Manual de Ensayos de Materiales, pág.49

- Finalmente, ya pasadas las 24 horas al día siguiente sacar del horno las muestras y después que se haya secado, hasta mostrar un peso constante se procede a pesar la muestra seca más el recipiente.

3.6.3. QUE PASA LA MALLA N° 200 (NTP 400.012)

EQUIPOS UTILIZADOS

- Bandejas Metálicas
- Horno o Fuente de Calor
- Balanzas de precisión
- Tamiz N° 200: Sirve para el lavado del agregado.

PROCEDIMIENTO

- Se realiza un cuarteo manual de acuerdo al tamaño máximo nominal requerido según norma, el cual servirá para el ensayo granulométrico del agregado grueso, y de la misma forma para el agregado fino aproximadamente 1.5 kg, donde seca a una temperatura alta con la ayuda de una estufa de cocina, luego se pesa hasta obtener peso constante.
- Se procedió a lavar el agregado sobre un recipiente, mediante el tamiz N°200 removiendo en forma circular evitando la pérdida de finos en suspensión, este procedimiento se realizó para el agregado grueso y agregado fino.

- Una vez terminada el paso anterior se procedió a colocar la muestra en el horno durante 18 a 24 horas, a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} + 5^{\circ}\text{C}$.
- Se procedió a sacar la muestra del horno y hacer enfriar a una temperatura ambiente para registra su peso seco final.

3.6.4. GRANULOMÉTRICO (ASTM D422, NTP400.012)

Este Modo Operativo describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (Nº 200).⁵²

EQUIPOS UTILIZADOS

- **Bandejas metálicas:** recipiente que tenga la capacidad suficiente en volumen de almacenar la muestra requerida y capaz de soportar una temperatura uniforme de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}$ Preferentemente de aluminio.
- **Horno o fuente de calor:** Un horno de medidas apropiadas capaz de mantener una temperatura uniforme de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- **Balanzas de precisión:** Las balanzas utilizadas en el ensayo de agregado fino, grueso y global deberán tener la siguiente exactitud y aproximación:
 - Para agregado fino, con aproximación de 0,1 g y exacta a 0,1 g ó 0,1 % de la Masa de la muestra,

⁵² MTC (2016), Manual de Ensayos de Materiales, pág.44

cualquiera que sea mayor, dentro del rango de uso.

- Para agregado grueso o agregado global, con aproximación y exacta a 0,5 g ó 0,1% de la masa de la muestra, cualquiera que sea mayor, dentro del rango de uso. (Norma Técnica Peruana, AGREGADOS. Análisis Granulométrico del Agregado Fino, Grueso y Global, 2001, pág. 3).
- **Juego de Tamices:** que cumplan con las especificaciones normalizados de norma ASTM E-11 o la norma NTP 350.001 tanto para agregado grueso y agregado fino y serán los siguientes.
 - Agregado Grueso: 3", 2 ½", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", ⅜", N°4.
 - Agregado Fino: ⅜", N°4, N8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200.
 - Agregado Global: 3", 2 ½", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", ⅜", N°4, N8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200.
- **Recipientes metálicos:** sirve para almacenar el agregado retenido en cada tamiz, para después ser pesado.

PROCEDIMIENTO

Una vez obtenido una muestra representativa de acuerdo a la norma, tanto para agregado grueso y agregado fino la muestra es reducida de acuerdo a la norma, bajo el proceso del método B cuarteo manual.

Agregado grueso: la cantidad de muestra de ensayo de agregado grueso será conforme a lo indicado en la tabla siguiente.

Tabla 10. Parámetros en la Granulometría

| Tamaño máximo Nominal Aberturas cuadradas mm (pulg.) | Cantidad de la Muestra de Ensayo Mínimo 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 1/2") | 15(33) |
| 50(2") | 20(44) |
| 63 (2 1/2") | 35(77) |
| 75 (3") | 60(130) |
| 90 (3 1/2") | 100(220) |
| 100 (4") | 150(330) |
| 125 (5") | 300(660) |

Fuente: (Norma Técnica Peruana, AGREGADOS. Análisis Granulométrico del Agregado Fino, Grueso y Global, 2001, pág. 4).

Agregado fino: la cantidad de muestra de ensayo de agregado fino será como mínimo 300 g.

1. Se colocó la muestra de agregado, en un suelo limpio y plano donde no se produzca la pérdida del agregado ni la adición de cualquier otro material para proceder a realizar el método del cuarteo manual. El mismo procedimiento para el

agregado grueso, agregado fino y agregado global (hormigón).

2. Se mezcló el agregado completamente con la ayuda de la pala por lo menos 3 a 4 veces formando una pila cónica y evitando la segregación de partículas a la parte inferior, posterior se presiona con la pala hasta obtener un diámetro uniforme por lo menos de 4 a 8 veces el espesor.
3. Se procedió a dividir con una tabla de madera en 4 partes iguales y se removi6 los cuartos diagonalmente opuestos. este paso se realiz6 3 veces hasta reducir la muestra al tama6o requerido para el procedimiento del tamizado.
4. Una vez realizado el proceso del cuarteo manual para cada uno de los agregados seg6n tama6o requerido, se procedi6 a secar la muestra con el apoyo de un calentador a altas temperaturas (cocinas a gas), hasta obtener peso constante y se registr6 el peso inicial original de la muestra.
5. Se procedi6 a lavar la muestra mediante el tamiz N° 200 evitando la p6rdida de finos tanto para el agregado grueso, agregado fino y agregado global, hasta obtener un material libre de polvo o suciedad.
6. Se coloc6 la muestra h6meda en el horno para su secado durante las 24 horas a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} + 5^{\circ}\text{C}$, tanto para el agregado grueso, agregado fino.

7. Al día siguiente se sacó la muestra del horno para ser pesado a temperatura ambiente, en una balanza de precisión a 0.1 gr para el agregado Fino y una balanza de precisión para el agregado Grueso a 0.5 g.
8. Luego se realizó el tamizado manual durante entre 3 y 5 de minutos aproximadamente, sobre un paño de algodón en forma circular y de arriba hacia abajo evitando la pérdida de partículas.
9. Se realizó el pesado de agregado retenido en cada tamiz tanto para el grueso, agregado fino y agregado global (hormigón).
10. Se procede a colocar cada porción retenida en una bandeja para ver su gradación.

3.6.5. DESGASTE POR ABRASIÓN (NTP 400.019)

Este Modo Operativo es una medida de la degradación de agregados minerales de gradaciones normalizadas resultantes de una combinación de acciones, las cuales incluyen abrasión o desgaste, impacto y trituración, en un tambor de acero en rotación que contiene un número especificado de esferas de acero, dependiendo de la gradación de la muestra de ensayo. Al rotar el tambor, la muestra y las bolas de acero son recogidas por una pestaña de acero transportándolas hasta que son arrojadas al lado opuesto del tambor, creando un efecto de trituración por impacto. Este ciclo es repetido mientras el tambor

gira con su contenido. Luego de un número de revoluciones establecido, el agregado es retirado del tambor y tamizado para medir su degradación como porcentaje de pérdida.⁵³

EQUIPOS UTILIZADOS

- Juego de tamices: Se usa en función a la granulometría del agregado como son 3/4", 1/2", 3/8". N° 12.
- Recipientes metálicos
- Balanza, Estufa
- Máquina de los ángeles: el cual consistirá en un cilindro cerrado en ambos extremos, con un diámetro interno de 28 pulgadas y el largo inferior de 20 pulgadas.
- Esferas metálicas de acero inoxidable.

PROCEDIMIENTO

- Se verificó el análisis granulométrico del agregado grueso de sus pesos retenidos, para luego seleccionar el tipo de gradación.
- Se realizó el lavado del agregado grueso por medio del tamiz N200, para luego proceder a secar por medio de una estufa a temperatura 110°C +-5C°.
- Se procedió a pesar hasta obtener peso constante retenido en cada tamiz.

⁵³ MTC (2016), Manual de Ensayos de Materiales, pág.315

- Se introdujo la muestra de agregado a la máquina de los ángeles juntos con las esferas de acero inoxidable, para luego programar a una velocidad de 500 revoluciones durante 17 minutos.
- Una vez terminada el paso anterior se procedió a sacar la muestra para ser tamizada por el tamiz N° 12.
- Se procedió a lavar todo el material retenido en el tamiz n 12, el cual esté libre de polvo, para luego realizar el secado en una estufa y registrar su peso final.

3.6.6. DENSIDAD, RELATIVA Y ABSORCIÓN - AG. FINO (NTP 400.022)

El peso específico (gravedad específica) es la característica generalmente usada para calcular el volumen ocupado por el agregado en varias mezclas que contienen agregados incluyendo concreto de cemento Pórtland, concreto bituminoso, y otras mezclas que son proporcionadas y analizadas en base al volumen. También es usado en el cálculo de vacíos en el agregado del ensayo MTC E 203.⁵⁴

EQUIPOS UTILIZADOS

- Balanza.
- Picnómetro es un matraz o frasco volumétrico que tiene una capacidad de 500 ml.

⁵⁴ MTC (2016), Manual de Ensayos de Materiales, pág.309

- Molde cónico metálico.
- Apisonador de metal.
- Bomba de vacíos y Horno.

PROCEDIMIENTO

1. Se anotó el peso del picnómetro con agua hasta el nivel de 500 ml.
2. Se realizó el cuarteo hasta conseguir una muestra de más de 1 kg, se pone a secar a 110 °C hasta peso constante, se enfría a temperatura ambiente por una a tres horas, seguidamente se sumergió en un recipiente con agua por 24 para lograr su saturación.
3. Transcurrido ese tiempo se vierte el agua, con mucho cuidado para que no se pierda el material.
4. El agregado húmedo se colocó en bandeja y se lleva a horno muy moderado (60°C) para que gradualmente pierda humedad, removiendo constantemente para que la humedad sea uniforme y para vigilar que no se seque la muestra más allá del estado saturado superficialmente seco, el que se obtiene cuando se cumple la prueba del cono:
 - Se colocó el agregado hasta rebalsar el cono metálico, y se le da unos cuantos golpes con apisonador.

- Se realizó esta operación 3 veces, debiendo sumar 25 el número de golpes en las tres veces que se apisona la muestra. Se vuelve a rebalsar, se enrasa y se retira el cono:
 - a. Si se queda con forma tronco-cónica, tiene más humedad que la correspondiente al estado saturado superficialmente seco.
 - b. Si se queda con forma cónica terminada en punta sin desmoronarse, tiene la humedad correspondiente al estado saturado superficialmente seco.
 - c. Si se desmorona, tiene menos humedad que la correspondiente al estado saturado superficialmente seco.
- 5. Al tener un material en estado saturado superficialmente seco, se pesa 500 g. De material y se colocan en el picnómetro.
- 6. Se llena el picnómetro hasta un nivel aproximado a los 500 ml y con la bomba de vacíos e le quitan los vacíos que tenga el material hasta que se eliminen las burbujas de aire.
- 7. Se añadió agua hasta el nivel de 500 ml y se anota su peso.
- 8. Seguidamente se saca el agregado fino del picnómetro y se pone a secar al horno a 100 °C hasta un peso constante y se anota el peso final.

3.6.7. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN – AG. GRUESO (NTP 400.021)

Una muestra de agregado se sumerge en agua por 24 horas aproximadamente para llenar los poros esencialmente. Luego se retira del agua, se seca el agua de la superficie de las partículas, y se pesa. La muestra se pesa posteriormente mientras es sumergida en agua. Finalmente, la muestra es secada al horno y se pesa una tercera vez. Usando los pesos así obtenidos y fórmulas en este modo operativo, es posible calcular tres tipos de peso específico y de absorción.⁵⁵

EQUIPOS UTILIZADOS

- Balanza.
- Cesta metálica.
- Balde y horno.

PROCEDIMIENTO

1. Una vez obtenido una muestra representativa de acuerdo a la norma, la muestra es reducida de acuerdo a la norma; bajo el proceso del método B cuarteo manual.
2. Según la tabla que se muestra en la norma, se determinó la cantidad mínima de la muestra de cuerdo al tamaño máximo nominal del agregado, donde la cantidad mínima del agregado es de 3kg.

⁵⁵ MTC (2016), Manual de Ensayos de Materiales, pág.312

3. Seguidamente se lavó la muestra y se secó en horno a 110 °C hasta peso constante, seguidamente se puso a enfriar a temperatura ambiente y se sumerge en un depósito con agua por 24 horas para su saturación.
4. Al pasar las 24 horas de saturación, se vació el agua, y se le quito la humedad con una tela haciéndola rodar sobre un paño hasta conseguir que toda su superficie quede sin agua, pero no seca, sino superficialmente seca.
5. Se anotó el peso de material en estado saturado superficialmente, con aproximación de 0.5 g.
6. Seguidamente se colocó la muestra pesada en la canastilla de alambre, seguidamente se determinó el peso de la muestra sumergida completamente dentro del balde, conectando la canastilla a la balanza.
7. Seguidamente se puso a secar la muestra en horno a 110°C hasta peso constante, se enfría a temperatura ambiente por 1 a 3 horas y se anotó el peso.

3.6.8. PESO UNITARIO Y VACIO DE LOS AGREGADOS (NTP 400.017)

Método para determinar el peso unitario suelto del agregado

EQUIPOS UTILIZADOS

- Balanza, sensible al 0.1 % del peso de la muestra.

- Recipiente cilíndrico o molde de volumen conocido.
- Varilla de 5/8" de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud.
- Horno, capaz de mantener la temperatura de 110°C.

PROCEDIMIENTO

- **Procedimiento con pala**
 1. Primeramente se anota el peso y volumen del molde.
 2. Se vertió el material en el mismo, cuidando que la altura de caída no sea mayor de 5 cm sobre el borde superior del molde, hasta colmarlo.
 3. Se enrasa el material a nivel del borde superior del molde, con la ayuda de la varilla.
 4. Se anota el peso del molde más el material.

Método para determinar el peso unitario compactado del agregado.

EQUIPOS UTILIZADOS

- Balanza, sensible al 0.1 % del peso de la muestra.
- Recipiente cilíndrico o molde de volumen conocido.
- Horno, capaz de mantener la temperatura de 110°C.

PROCEDIMIENTO

1. Se anota el peso y volumen del molde.
2. Se vierte el material en el mismo, con ayuda de un cucharón, hasta la tercera parte de la altura del recipiente,

cuidando que la altura no sea mayor a 5 cm sobre el borde superior del molde, y se dan 25 golpes con la varilla para compactar el material, sin que la varilla toque el fondo del recipiente.

3. Se repitió esta operación en otras dos capas, cuidando que en cada capa la varilla al golpear no pase a la capa inferior.
4. Se agrega material hasta que rebalse el molde.
5. Se enrasa el material al nivel del borde superior del molde, con la ayuda de la varilla. Finalmente se pesa el molde más el material.

3.6.9. ELABORACION Y CURADO DE ESPECIMENES DE CONCRETO

Esta práctica proporciona requisitos normalizados para la preparación de materiales, mezclas de concreto y la elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayo bajo condiciones controladas.⁵⁶

Si la preparación de los especímenes se controla como lo indica esta norma, ellos se pueden emplear para obtener información útil en:

- Dosificación de mezclas de concreto.
- Evaluación de diferentes mezclas y materiales.

⁵⁶ MTC (2016), Manual de Ensayos de Materiales, pág.312

- Correlaciones con resultados de pruebas no destructivas, y Elaboración de especímenes con fines de investigación.
- Los valores establecidos en unidades SI deben ser considerados como la norma.
- Esta norma no pretende considerar los problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad de quien emplee esta norma, establecer prácticas apropiadas de seguridad y salubridad y determinar la aplicación de limitaciones regulatorias antes de su empleo.

EQUIPOS UTILIZADOS

Elaboración del concreto fresco con agregado clasificado.

- Moldes de cilindro: los moldes de cilindro serán de acero, fierro fundido u otro material no absorbente el cual no reaccione con el concreto de cemento portland u otros cementos hidráulicos, con dimensiones de 15cm*30 cm según las condiciones de uso.
- Varilla compactadora: de ver ser una varilla de acero liso con punta semiesférica con dimensión de \varnothing 16mm (5/8") * 500mm+ 100mm y nos sirve para el proceso de chuseo.
- Caba de goma: con peso de 600 g + 200 g.
- Pala: con capacidad suficiente para remover el concreto

- Plancha de albañil: nos sirve para poder dar el acabado al concreto fresco al momento de moldear.
- Bandejas metálicas: equipo para muestreo y mezclado del concreto.
- Balanza: con precisión al 0.05 g de legibilidad.
- Baldes de 18 Lt: con capacidad suficiente para el almacenamiento de agregados.
- Cinta métrica: herramienta para la medición del proceso de slump.
- Cono de Abrams. Es el equipo que nos sirve para el asentamiento y está regida por la norma siguiente NTP 339.033.
- Mezcladora de Concreto: de 9 pies/m³ o 4 pies/m³ según la cantidad de muestras.

PROCEDIMIENTO

Al obtener los resultados del laboratorio y realizar el diseño de mezclas por el método así 211.1 y tener las proporciones en peso de los materiales agregado grueso agregado fino cemento y agua, se almacena en baldes, y se procedió a fabricar concreto.

1. Se procedió a ingresar los materiales a la mezcladora, tomando el criterio de la norma, primero el agregado grueso con algo de agua contando unos 90 segundos hasta

observar la mezcla, y después se ingresó el agregado fino cemento y agua restante entre 3-5 minutos.

2. Se procedió a medir el asentamiento de la mezcla con el equipo. Cono de Abrams obteniendo un slump de 3”.
3. Una vez realizado el paso anterior se procede a vaciar el concreto en una bandeja metálica, y se ingresa a los moldes cilíndricos con el criterio siguiente.
 - Colocar los moldes en una superficie nivelada, libre de vibraciones, y evitando la exposición directa al sol.
 - Los moldes deben estar limpios y cubiertos con petróleo u otro insumo similar.
 - se humedece todos los materiales.
4. Se procedió a llenar y compactar simultáneamente en todos los moldes en tres capas, evitando la segregación utilizando un cucharón pequeño, donde el número de golpes es de acuerdo a la tabla 12 siguiente.
5. Se procedió enrasar la superficie para luego identificar las muestras, evitando la evaporación del curado inicial.

Tabla 11. Márgenes elaboración de Concreto

| TIPO DE ESPÉCIMEN Y TAMAÑO | NUMERO DE CAPAS DE IGUAL ALTURA | NUMERO DE GOLPES POR CAPA |
|----------------------------|---|---------------------------|
| Cilindros diámetro (mm) | | |
| 100 | 2 | 25 |
| 150 | 3 | 25 |
| 225 | 4 | 30 |
| Vigas ancho (mm) | | |
| 150 a 200 | 2 | |
| > 200 | 3 o más igual altura, sin exceder 150mm | |

Fuente: (Norma Técnica Peruana, HORMIGÓN(CONCRETO), Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo (339.033), 2009, pág. 10).

3.6.10. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034)

PROBETAS

Las probetas no serán ensayadas si cualquier diámetro individual de un cilindro difiere de cualquier otro diámetro del mismo cilindro por más de 2%. Antes del ensayo, ninguna base de las probetas de ensayo se apartará de la perpendicularidad a los ejes por más de 0.5° . El diámetro usado para el cálculo del área de la sección recta de la probeta de ensayo será determinado con aproximación de 0.25 por el promedio de 2 diámetros medidos en ángulo recto uno del otro y cerca a la altura media de la probeta⁵⁷, Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas (NTP 339.034).

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, de acuerdo a los días de rotura, ya sea a los 7, 14 ó 28 días.
2. 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.

⁵⁷ Norma Técnica Peruana, HORMIGÓN (CONCRETO), págs. 10, 11

3. Todos los cilindros de ensayo para una determinada edad de ensayo serán fracturas dentro del tiempo permisible de tolerancia prescrita como sigue:

Tabla 12. % Tolerancia en Ensayo a la Compresión

| EDAD DE ENSAYO | TOLERANCIA PERMISIBLE |
|----------------|-----------------------|
| 24h | ± 0.5 h ó 2.1 % |
| 3d | ± 2 h ó 2.8 % |
| 7d | ± 6 h ó 3.6 % |
| 28d | ± 20 h ó 3.0 % |
| 90d | ± 48 h ó 2.2 % |

Fuente: (Noma Técnica peruana, HORMIGON (CONCRETO), págs. 10,11)

COLOCACIÓN: Colocar el bloque de rotura interior, sobre el cabezal de la máquina de ensayo. El bloque de rotura superior directamente bajo la rotura del cabezal.

El bloque de rotura superior directamente bajo la rotura del cabezal. Limpiar las caras de contacto de los bloques superior 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.⁵⁸

3.7. TRATAMIENTO ESTADISTICO

Primera etapa. Revisión bibliográfica, recopilación de datos o búsqueda de información, de todo lo referente al tema de investigación, que en el presente trabajo fueron libros de especialidad, trabajos

⁵⁸ Noma técnica peruana, HORMIGON (CONCRETO), pág. 11

anteriores afines realizados en la facultad de ingeniería y páginas web especializadas.

Segunda etapa. Extracción y transporte de los agregados, de la cantera de Cochamarca, al laboratorio de ensayos de la E.F.P. Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Tercera etapa. Ensayos preliminares, los cuales consistieron en la determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados; las cuales nos arrojaron los datos necesarios para la elaboración del diseño de mezclas por el método del módulo de finura de la combinación de agregados.

Cuarta etapa. En esta etapa se realizaron los siguientes procedimientos:

- La muestra de concreto se colocó en una vasija impermeable y no absorbente, de tamaño tal que sea posible el remezclado, antes de llenar los moldes.
- Se preparó 3 especímenes para cada caso de temperatura (para nuestro caso se consideró ocho temperaturas), para evaluar la resistencia a la compresión en las edades: 7, 14 y 28 días, obteniendo un total de 24 especímenes de concreto.
- Luego se procede a la preparación del diseño e inmediatamente se prepara el molde hasta un tercio de su altura, compactando a continuación con la barra mediante 25 golpes verticales. El proceso se repitió en las dos capas siguientes, de manera que

la barra penetre hasta la capa precedente no más de 1". En la última, se colocó material en exceso, para enrasar a tope con el borde superior del molde, sin agregar material.

- Después de consolidar cada capa, se procedió a golpear ligeramente las paredes del molde, utilizando la barra de compactación, para eliminar los vacíos que pudieran haber quedado.
- La superficie del cilindro fue terminada con la barra o regla de madera, de manera de lograr una superficie plana, suave y perpendicular a la generatriz del cilindro.
- Las probetas se retiraron de los moldes entre las 18 y 24 horas después de moldeadas, para luego sumergirlas en agua para su curado.

Quinta etapa. Procesamiento y análisis de resultados, consistió en procesar y analizar los resultados obtenidos en la etapa anterior, para determinar los resultados finales en la investigación.

Sexta etapa. Tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados. Como consecuencia de los datos adquiridos, se analiza mediante el gráfico de comportamiento "Esfuerzo-Deformación unitaria", los cuales son los siguientes:

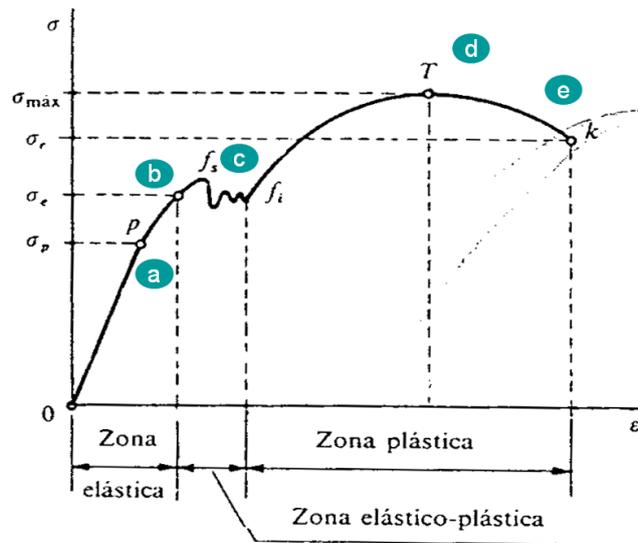


Ilustración 26. Esfuerzo - Deformación Unitaria

Fuente: <http://fisica2013-2.blogspot.com>

- A un esfuerzo nulo le corresponde una deformación total nula del espécimen ensayado.
- Siendo el concreto un material elástico plástico, se ha establecido que la geometría de las curvas "Esfuerzo-Deformación unitaria", presentan dos tramos diferenciados: Tramo elástico y tramo plástico.
- El tramo elástico, es el primer tramo cuyo comportamiento se ajusta a una línea recta inclinada (función lineal) que parte desde (0,0) y asciende hasta el punto de "Esfuerzo en el límite proporcional elástico".
- El tramo plástico, es el segundo tramo cuyo comportamiento se ajusta a una parábola (función cuadrática) o a una parábola cubica (función cubica), según sea el caso; que parte desde el punto de "Esfuerzo de Rotura o colapso".

- La exactitud geométrica de las probetas, dependen de la destreza del operador y la calibración de las maquinas, puesto que inciden directamente en la calidad de los resultados de cada ensayo.

Consiste en reemplazar los datos obtenidos de los ensayos en las fórmulas respectivas, obteniendo resultados; los cuales de acuerdo a la naturaleza del ensayo fueron aceptados como "Resultados Iniciales" o fueron sometidos a otros tratamientos para aceptarlos como tales. Este procedimiento lo hemos realizado con la ayuda de un procesador.

3.8. SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Procedimiento de validación: Una vez concluido con la elaboración de los instrumentos de recolección de datos, para su posterior validación, se sometió a una prueba muestra (temperatura ambiente), el cual el mismo procedimiento se aplicó para las diferentes muestras en las diversas temperaturas.

Validez: Se refiere a la utilización de instrumentos de medición, el cual da el valor que nos indica, que un instrumento está midiendo lo que pretende medir. Por el cual para la presente es el ensayo a la compresión, donde el cual se obtiene la resistencia a la compresión dando validez a la hipótesis planteada.

Por ello la observación de los valores de los coeficientes de confiabilidad, a través del análisis estadístico de confiabilidad del

instrumento de recolección de datos, empleado para el trabajo de campo nos permite arribar a la conclusión que el instrumento es confiable, tal como se muestra el cálculo efectuado con los coeficientes.

3.9. ORIENTACIÓN ÉTICA

La presente investigación se realizó en las instalaciones del laboratorio de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO

Tabla 13. Numero de Especímenes para ensayos

| TEMPERATURA °c | EDAD DE LA MUESTRA | | |
|-------------------|--------------------|----------|-----------|
| | 7 DÍAS | 14 DÍAS | 28 DÍAS |
| 10 | 1 | 1 | 3 |
| 15 | 1 | 1 | 3 |
| 20 | 1 | 1 | 3 |
| 25 | 1 | 1 | 3 |
| 30 | 1 | 1 | 3 |
| 35 | 1 | 1 | 3 |
| 40 | 1 | 1 | 3 |
| T. Ambiente | 1 | 1 | 3 |
| TOTAL | 8 | 8 | 24 |
| | 40 | | |

Fuente. Propia

Tabla 14. Numero de Especímenes para ensayos

| EDAD | TEMPERATURA DE CURADO | | | | | | | |
|---------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | T. AMBIENTE | 10 °c | 15 °c | 20°c | 25°c | 30°c | 35°c | 40°c |
| 0 DIAS | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 DIAS | 154.88 | 98.08 | 114.16 | 121.10 | 130.53 | 158.27 | 180.46 | 187.06 |
| 14 DIAS | 194.92 | 149.13 | 165.11 | 176.13 | 173.37 | 188.25 | 198.45 | 206.38 |
| 28 DIAS | 224.90 | 192.98 | 201.63 | 201.68 | 220.79 | 236.80 | 224.57 | 214.20 |

Fuente. Propia

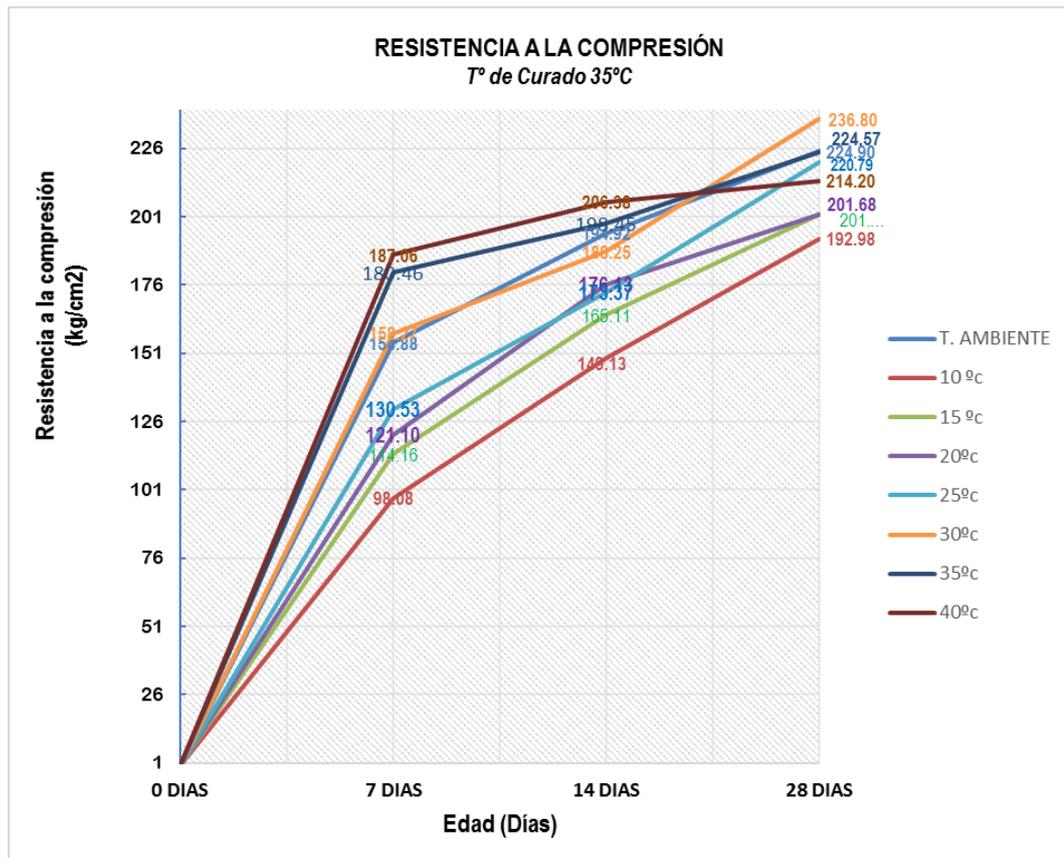


Grafico 5. Resistencia a la compresión General
Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

La tabulación de datos se realizó de la misma manera para cada una de las temperaturas de curado, se presenta a continuación una tabla que resume los resultados obtenidos.

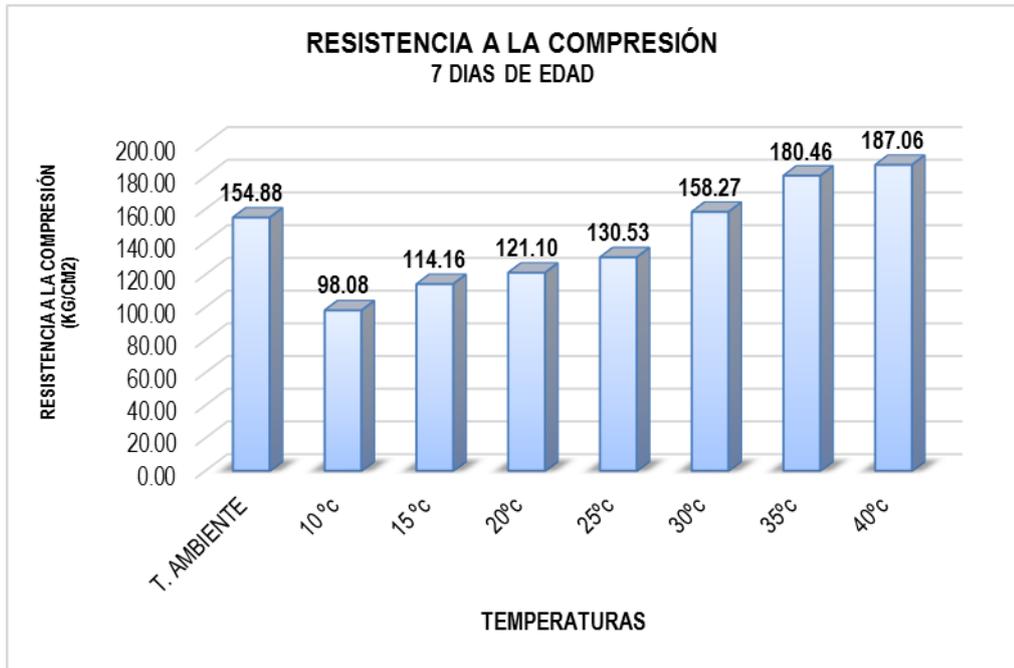


Grafico 6. Resistencia a la compresión General en Edad de 7 días
Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

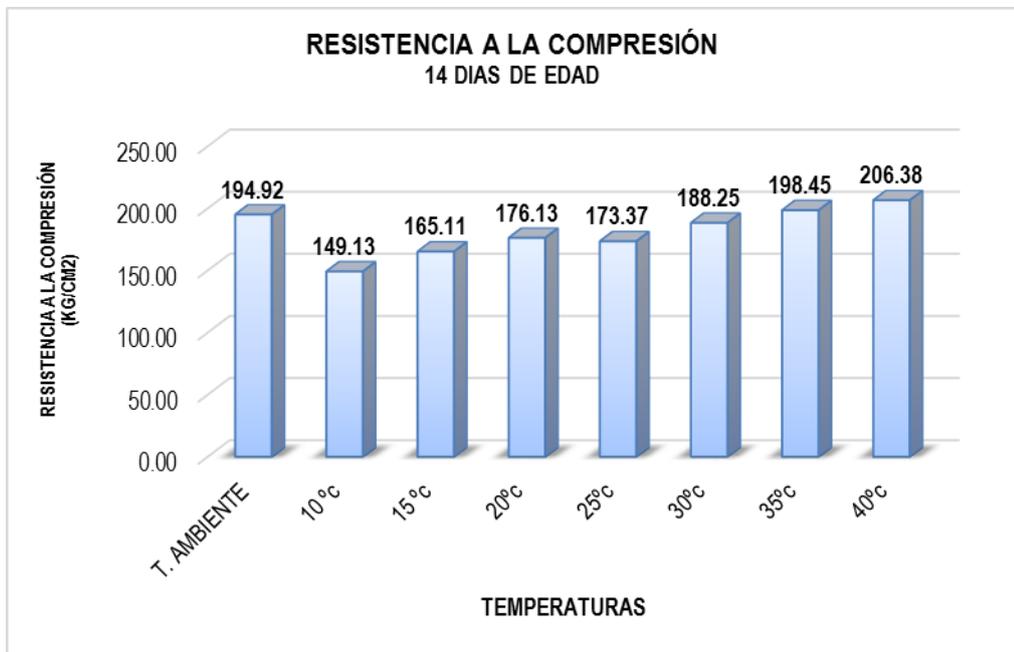


Grafico 7. Resistencia a la compresión General en Edad de 14 días
Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

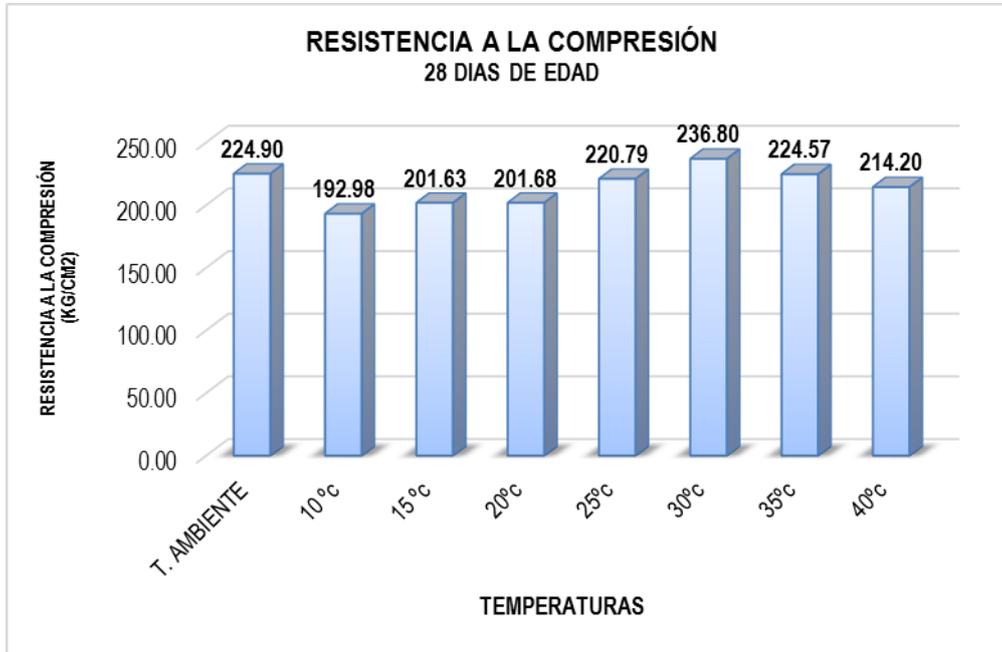


Grafico 8. Resistencia a la compresión General en Edad de 28 días
Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

4.2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.2.1. ESTUDIO GENERALES

4.2.1.1. AGREGADO

Tabla 15. Granulometría de Agregado Fino

| DATOS DE LA MUESTRA | | | | | | | |
|---------------------|---------------------|------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| MUESTRA | AGREGADO FINO | Nº DE ENSAYO 1 | | | | Peso inicial seco : 3000.00 g | |
| TAMIZ | AASHTO T-27 (mm) | PESO RETENIDO | PORCENTAJE RETENIDO | RETENIDO ACUMULADO | PORCENTAJE QUE PASA | HUSO NTP 400.037 | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
| Nº 4 | 4.750 | 76.40 | 2.5 | 2.55 | 97.45 | 95 100 | Tamaño maximo = ---- |
| Nº 8 | 2.380 | 59.26 | 2.0 | 4.52 | 95.48 | 80 100 | Tamaño Maximo Nominal = ---- |
| Nº 16 | 1.190 | 400.34 | 13.3 | 17.87 | 82.13 | 50 85 | Modulo de Fineza = 2.56 |
| Nº 30 | 0.595 | 1079.94 | 36.0 | 53.86 | 46.14 | 25 60 | OBSERVACIONES: |
| Nº 50 | 0.297 | 817.66 | 27.3 | 81.12 | 18.88 | 5 30 | |
| Nº 100 | 0.148 | 452.76 | 15.1 | 96.21 | 3.79 | 0 10 | |
| FONDO | 0.000 | 113.64 | 3.8 | 100.00 | 0.00 | | |

Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

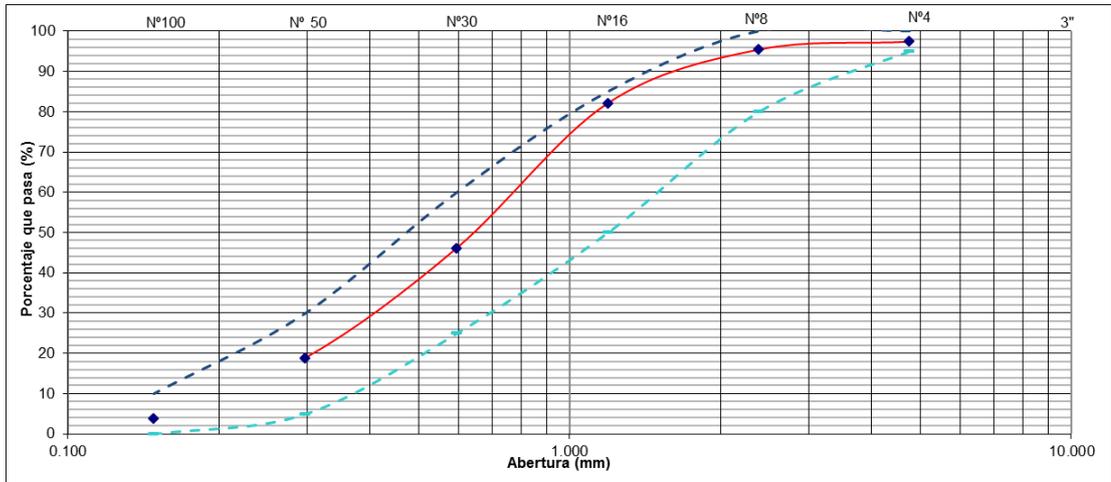


Gráfico 9. Granulometría de Agregado Fino
Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

Tabla 16. Contenido de Humedad - Agregado Fino

| AGREGADO FINO | | | |
|---------------------------|---------|--------------|--------|
| ENSAYO N° 01 | | | |
| DESCRIPCION | SIMBOLO | CANTIDAD | UNIDAD |
| N° DE TARRO | | 1 | |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | gr | 99.70 | g |
| PESO TARRO + SUELO SECO | gr | 97.90 | g |
| PESO DEL TARRO | gr | 37.12 | g |
| PESO DE AGUA | gr | 1.80 | g |
| PESO DEL SUELO SECO | gr | 60.78 | g |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | % | 2.962% | % |
| PROMEDIO | | 2.96% | |

Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

Tabla 17. Peso Unitario Suelto - Agregado Fino

| AGREGADO FINO | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------|---------|-------------------|-------|-------|-------|----------|
| PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29) | | | | | | | |
| N° | DATOS | | UND | M - 1 | M - 2 | M - 3 | PROMEDIO |
| 1 | PESO DEL RECIPIENTE | A | kg | 4.20 | 4.20 | 4.20 | |
| 2 | PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA | B | kg | 5.69 | 5.68 | 5.67 | |
| 3 | PESO DE LA MUESTRA | B - A | kg | 1.49 | 1.49 | 1.48 | |
| 4 | VOLUMEN DEL RECIPIENTE | C | m ³ | 0.001 | 0.001 | 0.001 | |
| CALCULO | | | | | | | |
| 5 | PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.) | (B-A)/C | kg/m ³ | 1627 | 1623 | 1612 | 1620.75 |

Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

Tabla 18. Granulometría de Agregado Grueso

| DATOS DE LA MUESTRA | | | | | | | |
|---------------------|---------------------|------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------|--------------------------------|
| MUESTRA | AGREGADO GRUESO | Nº DE ENSAYO | | | 1 | Peso inicial seco | : 3000 g |
| TAMIZ | AASHTO T-27 (mm) | PESO RETENIDO | PORCENTAJE RETENIDO | RETENIDO ACUMULADO | PORCENTAJE QUE PASA | HUSO NTP 400.037 | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
| 1" | 25.400 | 0.00 | 0.0 | 0.00 | 100.00 | 100 100 | Tamaño máximo = 1" |
| 3 / 4" | 19.050 | 206.00 | 6.9 | 6.87 | 93.13 | 90 100 | Tamaño Máximo Nominal = 3 / 4" |
| 1 / 2" | 12.700 | 972.30 | 32.4 | 39.27 | 60.73 | 55 78 | Modulo de Fineza = 6.69 |
| 3 / 8" | 9.525 | 781.30 | 26.0 | 65.31 | 34.69 | 20 55 | |
| Nº 4 | 4.750 | 940.70 | 31.4 | 96.67 | 3.33 | 0 10 | |
| FONDO | | 100.00 | 3.3 | 100.00 | 0.00 | | |

Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

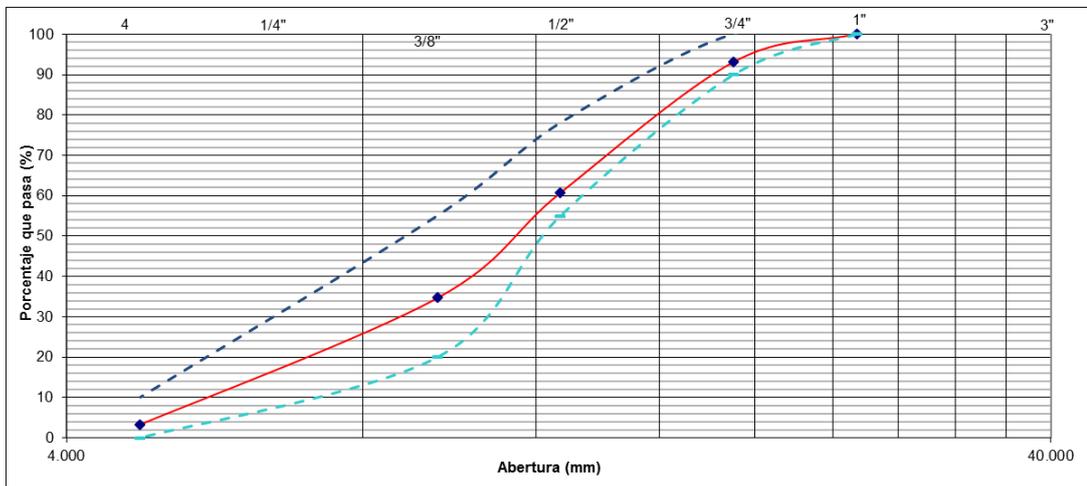


Gráfico 10. Granulometría de Agregado Grueso
Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

Tabla 19. Contenido de Humedad - Agregado Grueso

| AGREGADO GRUESO | | | |
|---------------------------|---------|--------------|--------|
| ENSAYO Nº 01 | | | |
| DESCRIPCION | SIMBOLO | CANTIDAD | UNIDAD |
| Nº DE TARRO | | 2 | |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | gr | 111.90 | g |
| PESO TARRO + SUELO SECO | gr | 111.80 | g |
| PESO DEL TARRO | gr | 37.10 | g |
| PESO DE AGUA | gr | 0.10 | g |
| PESO DEL SUELO SECO | gr | 74.70 | g |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | % | 0.134% | % |
| PROMEDIO | | 0.13% | |

Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

Tabla 20. Peso Unitario Suelto - Agregado Grueso

| AGREGADO FINO | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------|---------|-------------------|-------|-------|-------|----------|
| PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29) | | | | | | | |
| N° | DATOS | | UND | M - 1 | M - 2 | M - 3 | PROMEDIO |
| 1 | PESO DEL RECIPIENTE | A | kg | 4.20 | 4.20 | 4.20 | |
| 2 | PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA | B | kg | 5.84 | 5.85 | 5.86 | |
| 3 | PESO DE LA MUESTRA | B - A | kg | 1.64 | 1.65 | 1.66 | |
| 4 | VOLUMEN DEL RECIPIENTE | C | m ³ | 0.001 | 0.001 | 0.001 | |
| CÁLCULO | | | | | | | |
| 5 | PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.) | (B-A)/C | kg/m ³ | 1788 | 1800 | 1816 | 1801.48 |

Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

4.2.1.2. DISEÑO DE MEZCLA

PASOS DEL DISEÑO

1. Determinación de la Resistencia Promedio F'_{cr}

| f'_c | f'_{cr} |
|--------|-----------|
| 236.8 | 221.6 |

f'_{cr} 294 kg/cm²

a) Si la desviación estándar se ha calculado de acuerdo a lo indicado en el Método 1 o el Método 2, la resistencia promedio requerida será el mayor de los valores determinados por las formulas siguientes usando la desviación estándar "s" calculada.

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34s \dots\dots\dots (1)$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33s - 35 \dots\dots\dots (2)$$

Donde: s = Desviación estándar, en kg/cm²

b) Si se desconoce el valor de la desviación estándar, se utilizara la Tabla 2.2 para la determinación de la resistencia promedio requerida.

TABLA 2.2. Resistencia a la compresión promedio.

| f'_c | f'_{cr} |
|--------------|-------------|
| Menos de 210 | $f'_c + 70$ |
| 210 a 350 | $f'_c + 84$ |
| Sobre 350 | $f'_c + 98$ |

2. SELECCIÓN DEL TAMAÑO NOMINAL DEL AGREGADO

TMN 3/4 19.05 mm

3. Selección del Asentamiento (SLUMP)

| Consistencia | Slump |
|--------------|------------|
| Seca | 0 - 2 pulg |
| Plastica | 3 - 4 pulg |
| Fluida | >= 5 pulg |

Slump 4 pulg 101.6 mm

4. Determinación del Contenido de Agua

Agua 205.00 Litros

TABLA 01

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Agua en l/m³, para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicada.

| Asentamiento | 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 | |
| Concreto con aire incorporado | | | | | | | | |
| 1" a 2" | 181 | 175 | 168 | 160 | 150 | 142 | 122 | 107 |
| 3" a 4" | 202 | 193 | 184 | 175 | 165 | 157 | 133 | 119 |
| 6" a 7" | 216 | 205 | 197 | 184 | 174 | 166 | 154 | |

Tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

5. Contenido de Aire por M3

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

| Tamaño máximo nominal | 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% |
| 6" | 0.2% |
| Cont. Aire | 2.0% |

6. Relacion Agua - Cemento

| | | | |
|----|-----|--------|----|
| x0 | 300 | 0.55 | y0 |
| x | 294 | 0.5584 | yx |
| x1 | 250 | 0.62 | y1 |

$$y_x = y_0 + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} (y_1 - y_0)$$

Agua/Cemento 0.558

RELACION AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA

| f'c (Kg/cm ²) | Relación agua/cemento en peso | |
|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | Concretos sin aire incorporado | Concretos con aire incorporado |
| 150 | 0.80 | 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 | |
| 450 | 0.38 | |

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

7. Peso de Cemento por M3 (Factor Cemento)

Cemento 367.12 kg/m3

8.6 bolsas/m3

$$C = (a/c) \frac{1}{Agua}$$

8. Contenido de Agregado Grueso por M3

Vol.Agr.Grueso 0.600 m3

$$PESO_A.G. = Vol_A.G * P.U.C$$

Peso A.G.seco 933.00 kg/m3

TABLA 04

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO

| Tamaño máximo nominal del agregado grueso. | Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finura del fino. (b / b _o) | | | |
|--|--|------|------|------|
| | 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 |
| 2 " | 0.78 | 0.76 | 0.74 | 0.72 |
| 3 " | 0.81 | 0.79 | 0.77 | 0.75 |
| 6 " | 0.87 | 0.85 | 0.83 | 0.81 |

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

9. Calculo de Volúmenes Absolutos

| | | |
|-------------|-------|----|
| Cemento | 0.130 | m3 |
| Agua | 0.205 | m3 |
| Aire | 0.020 | m3 |
| Agr. Grueso | 0.359 | m3 |
| Volumen | 0.714 | m3 |

10. Contenido de Agregado Fino por M3

$$Peso_A.F. = Vol_A.F. * PEmasa$$

Vol.Agr.Fino 0.286 m3
Agr.Fino Seco 757.819 kg/m3

$$Vol.Ag.Fino = 1 - V.A.C.$$

11. VALORES DE DISEÑO DE MEZCLAS PARA MATERIALES SECO

| | | |
|-------------|---------|-------|
| Cemento | 367.120 | kg/m3 |
| Agua | 205.000 | lt/m3 |
| Agr. Fino | 757.819 | kg/m3 |
| Agr. Grueso | 933.000 | kg/m3 |

12. Correccion por Humedad del Agregado

Calculo de los pesos humedos

Ag fino= 780.25 kg/m3
Ag grueso= 934.21 kg/m3

$$Ag_fino = Peso_seco * (1 + CH)$$

$$Ag_grueso = Peso_seco * (1 + CH)$$

Calculo de los aportes por humedad

$$\%C.H. - \%Abs$$

| AGREGADO | Peso | Cont. Hum. | Absorcion | Var. Peso | |
|-------------|---------|------------|------------|-----------|-------|
| Agr. Fino | 757.819 | 2.96 | 2.67 | 2.20 | lt/m3 |
| Agr. Grueso | 933.000 | 0.13 | 1.33 | -11.20 | lt/m3 |
| | | | quita agua | -9.00 | lt/m3 |

Agua efectiva= 214.00 Litros

$$Agua_Efectiva = Agua - Correccion$$

13. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

| | | |
|-------------|---------|-------|
| Cemento | 367.120 | kg/m3 |
| Agua | 213.998 | lt/m3 |
| Agr. Fino | 780.250 | kg/m3 |
| Agr. Grueso | 934.213 | kg/m3 |

8.64 bls

14. Relacion en Peso

$$\frac{C}{C} = \frac{\text{Peso}_{A.G.}}{C} = \frac{\text{Peso}_{A.F.}}{C}$$

| CEMENTO | AGR. FINO | AGR. GRUESO | AGUA |
|---------|-----------|-------------|-------|
| 1 | 2.13 | 2.54 | 24.77 |

lt/bis

15. Peso por tanda de saco

42.5 peso de 1 bolsa de cemento

| CEMENTO | AGR. FINO | AGR. GRUESO | AGUA |
|---------|-----------|-------------|---------|
| 42.5 | 90.33 | 108.15 | 24.77 |
| kg/saco | kg/saco | kg/saco | lt/saco |

16. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS PARA EL VACIADO DE 6 PROBETAS

Volumen 0.039760782 $\pi(d/2)^2 \cdot h$

| | |
|-------------|--------|
| Cemento | 14.597 |
| Agua | 8.509 |
| Agr. Fino | 31.023 |
| Agr. Grueso | 37.145 |

4.2.1.3. TEMPERATURA DEL CURADO DE CONCRETO

Una vez terminado el proceso de moldeo de los cilindros se inicia el proceso de curado, donde se desarrolla la reacción de hidratación, el concreto adquiere las propiedades mecánicas que lo caracterizan y para las que fue diseñado, esto depende en gran parte de las condiciones de humedad y temperatura en las que encuentran las probetas.

El curado inicial comienza inmediatamente después del moldeo y terminado de las probetas cilíndricas, la norma NTE INEN 1576 recomienda colocar los moldes a una temperatura entre 16°C y 27°C en un ambiente que evite la pérdida de humedad y protegiendo las probetas de los rayos directos del sol

para que los resultados de los ensayos sean más confiables.

Esta es la fase más importante de esta investigación, pues se realizó un curado por inmersión en condiciones controladas de temperatura, las probetas fueron colocadas en tanques con agua a temperatura constante de 10, 15, 20, 25, 30, 35 y 40 °C.

Tabla 21. Temperatura y Edad de las muestras

| TEMPERATURA °c | EDAD DE LA MUESTRA | | |
|-------------------|--------------------|----------|-----------|
| | 7 DÍAS | 14 DÍAS | 28 DÍAS |
| 10 | 1 | 1 | 3 |
| 15 | 1 | 1 | 3 |
| 20 | 1 | 1 | 3 |
| 25 | 1 | 1 | 3 |
| 30 | 1 | 1 | 3 |
| 35 | 1 | 1 | 3 |
| 40 | 1 | 1 | 3 |
| T. Ambiente | 1 | 1 | 3 |
| TOTAL | 8 | 8 | 24 |
| | 40 | | |

Fuente. Propia

La norma sugiere algunos métodos para controlar tanto la temperatura como la humedad en la que se realiza este proceso, pero es aceptable cualquier otra propuesta, "...con tal que cumplan con los requisitos que limitan la temperatura de almacenamiento de los especímenes y la pérdida de humedad...".⁵⁹

⁵⁹ NTE INEN 1576, 2011.

4.2.1.4. ENSAYO DE ROTURA

El procedimiento que indica la norma ASTM C39, consiste en la aplicación de una carga axial, suministrada por una máquina de compresión, que no genere ningún impacto sobre la probeta. Para el ensayo se utilizaron probetas cilíndricas elaboradas y curadas de acuerdo a la metodología.

$$f'c = \frac{\text{Carga ultima resgistrada (Kg)}}{\text{Area de la Seccion Transversal (cm}^2\text{)}}$$

Para definir la variación o la influencia que tiene la temperatura de curado en la resistencia del concreto y en sus propiedades mecánicas, se procedió a realizar un ensayo de compresión para cada una de las siguientes edades de curado: 7, 14 y 28 días, para lo cual se estableció una curva de endurecimiento, en función de la edad de curado y de la carga última registrada en la rotura.

Tabla 22. Resistencia a la Compresión de Curado en Tiempo Ambiente

| RESISTENCIA DE DISEÑO | | 210 | | Kg/cm ² | | |
|-----------------------|----------------------|-----------------|-------------|--|---------------------------|----------|
| N° DE CILINDRO | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²) | % DE RESISTENCIA OBTENIDA | PROMEDIO |
| PA1 | 19/11/2018 | 26/11/2018 | 7 | 154.88 | 73.75% | 154.88 |
| PA2 | 19/11/2018 | 03/12/2018 | 14 | 194.92 | 92.82% | 194.92 |
| PA3 | 19/11/2018 | 17/12/2018 | 28 | 232.23 | 110.59% | 224.90 |
| PA4 | 19/11/2018 | 17/12/2018 | 28 | 227.30 | 108.24% | |
| PA5 | 19/11/2018 | 17/12/2018 | 28 | 215.15 | 102.45% | |

Fuente. Propia

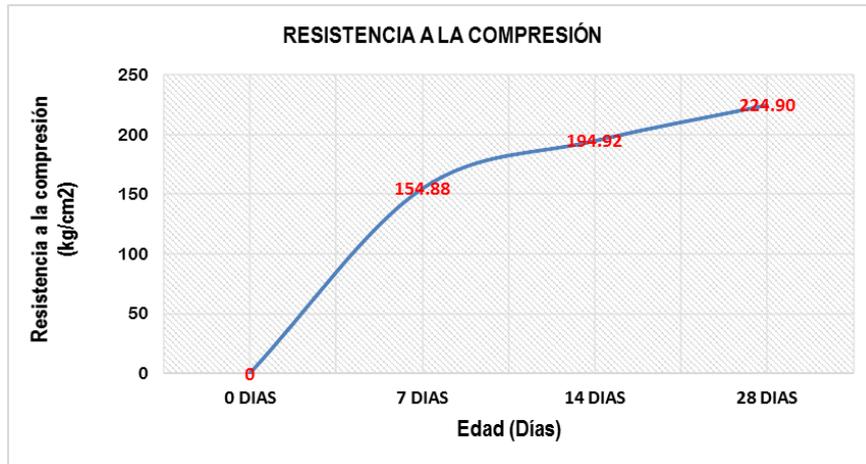


Grafico 11. Resistencia a la Compresión de Curado en Tiempo Ambiente
Fuente. Propia

Tabla 23. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 10°C

| RESISTENCIA DE DISEÑO | | 210 | <i>Kg/cm²</i> | T 10°C | | |
|-----------------------|----------------------|-----------------|--------------------------|--|---------------------------|----------|
| N° DE CILINDRO | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²) | % DE RESISTENCIA OBTENIDA | PROMEDIO |
| PT10-1 | 20/11/2018 | 27/11/2018 | 7 | 98.08 | 46.70% | 98.08 |
| PT10-2 | 20/11/2018 | 04/12/2018 | 14 | 149.13 | 71.01% | 149.13 |
| PT10-3 | 20/11/2018 | 18/12/2018 | 28 | 180.67 | 86.03% | 192.98 |
| PT10-4 | 20/11/2018 | 18/12/2018 | 28 | 178.89 | 85.19% | |
| PT10-5 | 20/11/2018 | 18/12/2018 | 28 | 219.37 | 104.46% | |

Fuente. Propia

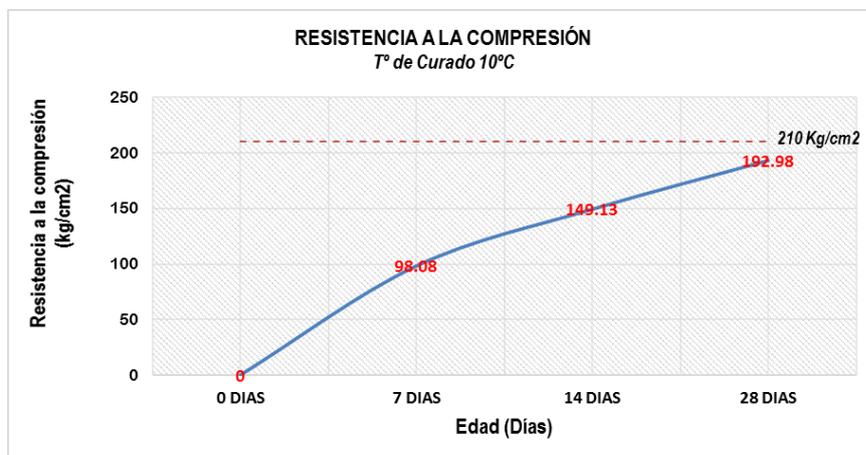


Grafico 12. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 10°C
Fuente. Propia

Tabla 24. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 15°C

| RESISTENCIA DE DISEÑO | | 210 | Kg/cm ² | T 15°C | | |
|-----------------------|----------------------|-----------------|--------------------|--|---------------------------|----------|
| N° DE CILINDRO | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²) | % DE RESISTENCIA OBTENIDA | PROMEDIO |
| PT15-1 | 21/11/2018 | 28/11/2018 | 7 | 114.16 | 54.36% | 114.16 |
| PT15-2 | 21/11/2018 | 05/12/2018 | 14 | 165.11 | 78.62% | 165.11 |
| PT15-3 | 21/11/2018 | 19/12/2018 | 28 | 201.81 | 96.10% | 201.63 |
| PT15-4 | 21/11/2018 | 19/12/2018 | 28 | 199.09 | 94.81% | |
| PT15-5 | 21/11/2018 | 19/12/2018 | 28 | 203.99 | 97.14% | |

Fuente. Propia

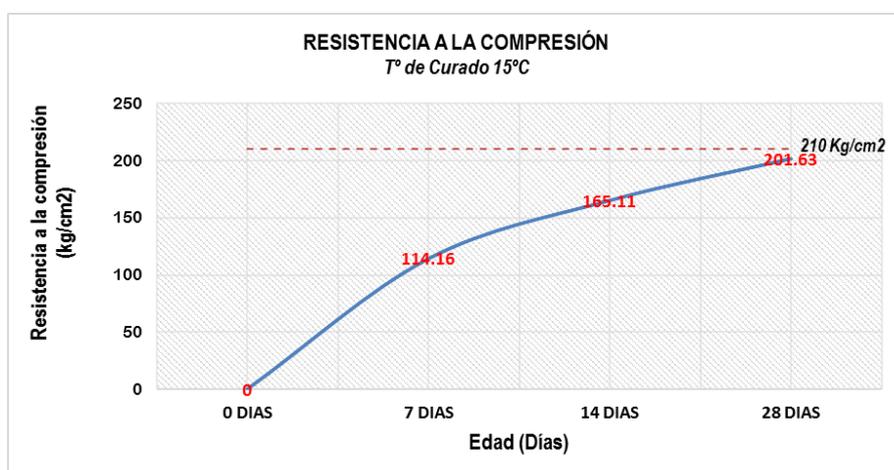


Gráfico 13. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 15°C

Fuente. Propia

Tabla 25. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 20°C

| RESISTENCIA DE DISEÑO | | 210 | Kg/cm ² | T 20°C | | |
|-----------------------|----------------------|-----------------|--------------------|--|---------------------------|----------|
| N° DE CILINDRO | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²) | % DE RESISTENCIA OBTENIDA | PROMEDIO |
| PT20-1 | 22/11/2018 | 29/11/2018 | 7 | 121.10 | 57.67% | 121.10 |
| PT20-2 | 22/11/2018 | 06/12/2018 | 14 | 176.13 | 83.87% | 176.13 |
| PT20-3 | 22/11/2018 | 20/12/2018 | 28 | 201.98 | 96.18% | 201.68 |
| PT20-4 | 22/11/2018 | 20/12/2018 | 28 | 201.31 | 95.86% | |
| PT20-5 | 22/11/2018 | 20/12/2018 | 28 | 201.76 | 96.07% | |

Fuente. Propia

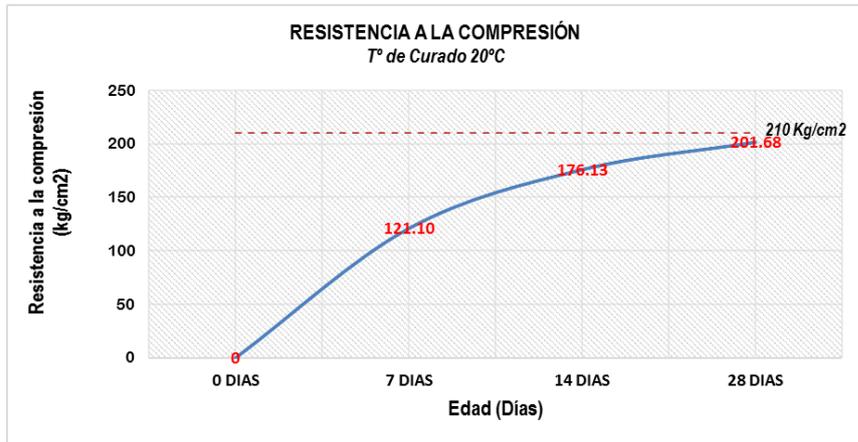


Grafico 14. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 20°C
Fuente. Propia

Tabla 26. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 25°C

| RESISTENCIA DE DISEÑO | | 210 | Kg/cm ² | T 25°C | | |
|-----------------------|----------------------|-----------------|--------------------|--|---------------------------|----------|
| N° DE CILINDRO | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²) | % DE RESISTENCIA OBTENIDA | PROMEDIO |
| PT25-1 | 23/11/2018 | 30/11/2018 | 7 | 130.53 | 62.16% | 130.53 |
| PT25-2 | 23/11/2018 | 07/12/2018 | 14 | 173.37 | 82.56% | 173.37 |
| PT25-3 | 23/11/2018 | 21/12/2018 | 28 | 231.57 | 110.27% | 220.79 |
| PT25-4 | 23/11/2018 | 21/12/2018 | 28 | 229.05 | 109.07% | |
| PT25-5 | 23/11/2018 | 21/12/2018 | 28 | 201.76 | 96.07% | |

Fuente. Propia

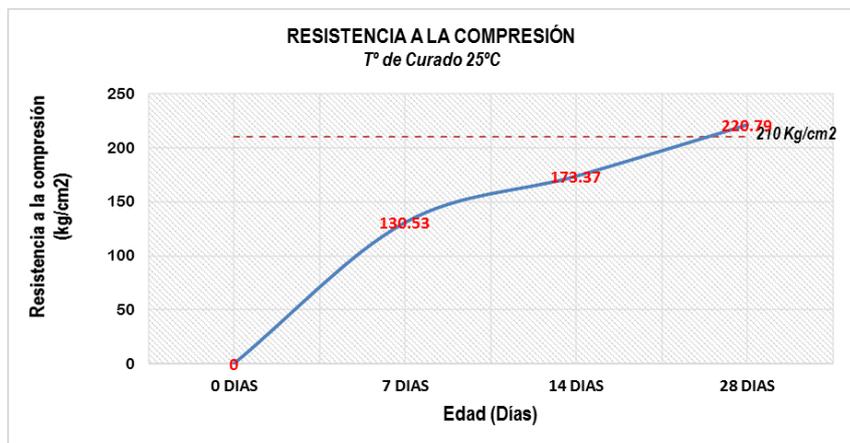


Grafico 15. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 25°C
Fuente. Propia

Tabla 27. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 30°C

| RESISTENCIA DE DISEÑO | | 210 | Kg/cm ² | T 30°C | | |
|-----------------------|----------------------|-----------------|--------------------|--|---------------------------|----------|
| N° DE CILINDRO | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²) | % DE RESISTENCIA OBTENIDA | PROMEDIO |
| PT30-1 | 24/11/2018 | 01/12/2018 | 7 | 158.27 | 75.36% | 158.27 |
| PT30-2 | 24/11/2018 | 08/12/2018 | 14 | 188.25 | 89.64% | 188.25 |
| PT30-3 | 24/11/2018 | 22/12/2018 | 28 | 237.77 | 113.23% | 236.80 |
| PT30-4 | 24/11/2018 | 22/12/2018 | 28 | 235.71 | 112.24% | |
| PT30-5 | 24/11/2018 | 22/12/2018 | 28 | 236.94 | 112.83% | |

Fuente. Propia

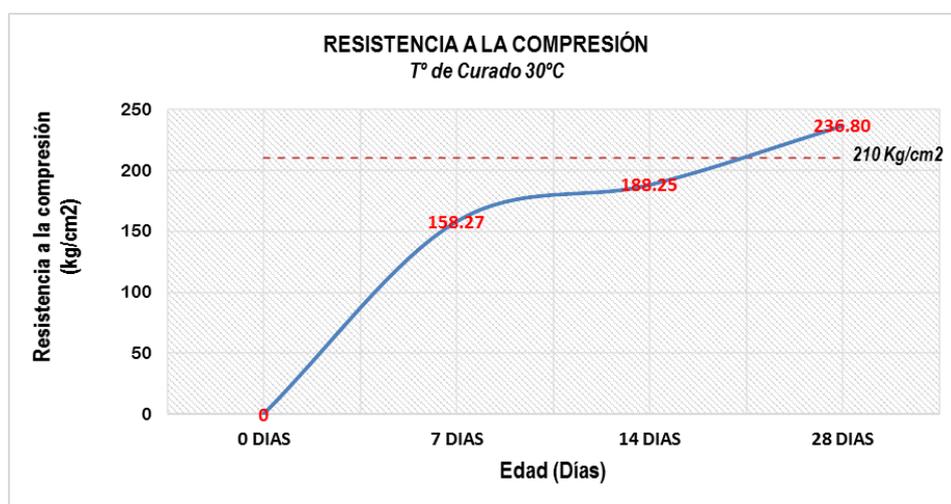


Gráfico 16. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 30°C
Fuente. Propia

Tabla 28. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 35°C

| RESISTENCIA DE DISEÑO | | 210 | Kg/cm ² | T 35°C | | |
|-----------------------|----------------------|-----------------|--------------------|--|---------------------------|----------|
| N° DE CILINDRO | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²) | % DE RESISTENCIA OBTENIDA | PROMEDIO |
| PT35-1 | 25/11/2018 | 02/12/2018 | 7 | 180.46 | 85.93% | 180.46 |
| PT35-2 | 25/11/2018 | 09/12/2018 | 14 | 198.45 | 94.50% | 198.45 |
| PT35-3 | 25/11/2018 | 23/12/2018 | 28 | 224.87 | 107.08% | 224.57 |
| PT35-4 | 25/11/2018 | 23/12/2018 | 28 | 223.50 | 106.43% | |
| PT35-5 | 25/11/2018 | 23/12/2018 | 28 | 225.32 | 107.30% | |

Fuente. Propia

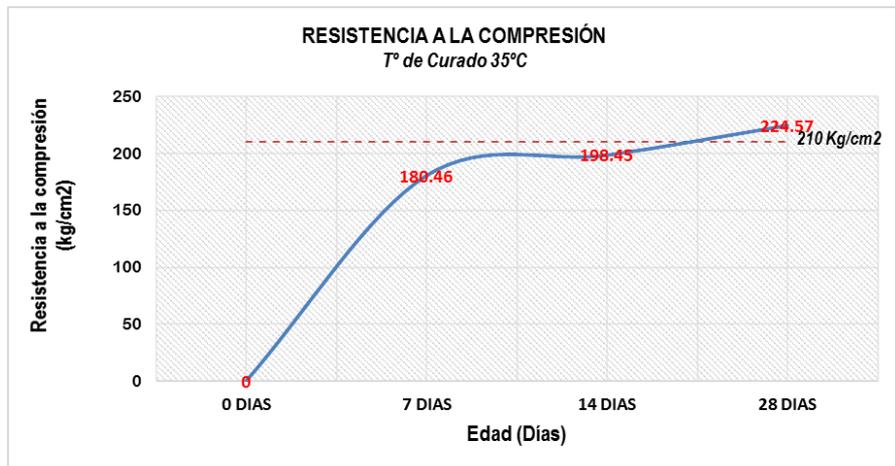


Grafico 17. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 35°C
Fuente. Propia

Tabla 29. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 40°C

| RESISTENCIA DE DISEÑO | | 210 | <i>Kg/cm²</i> | T 40°C | | |
|-----------------------|----------------------|-----------------|--------------------------|--|---------------------------|----------|
| N° DE CILINDRO | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²) | % DE RESISTENCIA OBTENIDA | PROMEDIO |
| PT40-1 | 30/11/2018 | 07/12/2018 | 7 | 187.06 | 89.07% | 187.06 |
| PT40-2 | 30/11/2018 | 14/12/2018 | 14 | 206.38 | 98.28% | 206.38 |
| PT40-3 | 30/11/2018 | 28/12/2018 | 28 | 215.05 | 102.40% | 214.20 |
| PT40-4 | 30/11/2018 | 28/12/2018 | 28 | 213.02 | 101.44% | |
| PT40-5 | 30/11/2018 | 28/12/2018 | 28 | 214.54 | 102.16% | |

Fuente. Propia

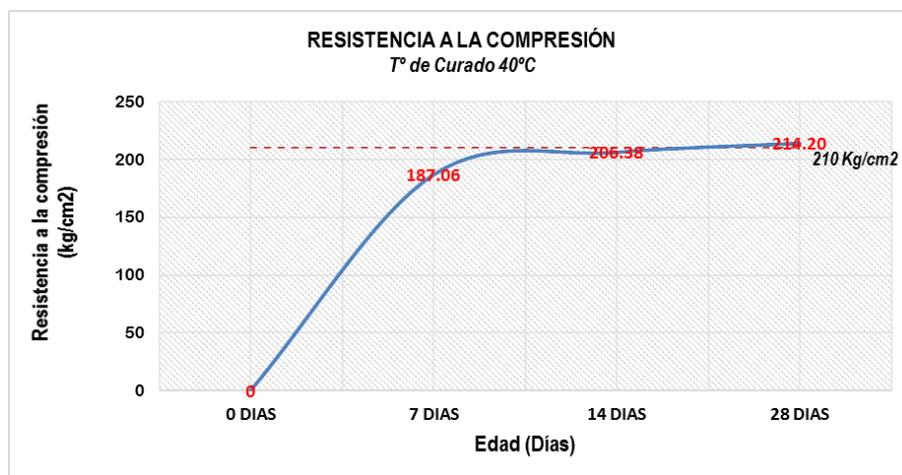


Grafico 18. Resistencia a la Compresión de Curado en T. 40°C
Fuente. Propia

4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.3.1. HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO.

La influencia de la temperatura del curado de concreto es directamente proporcional a la resistencia a la compresión en elementos estructurales.

4.3.2. PRUEBA DEL HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO.

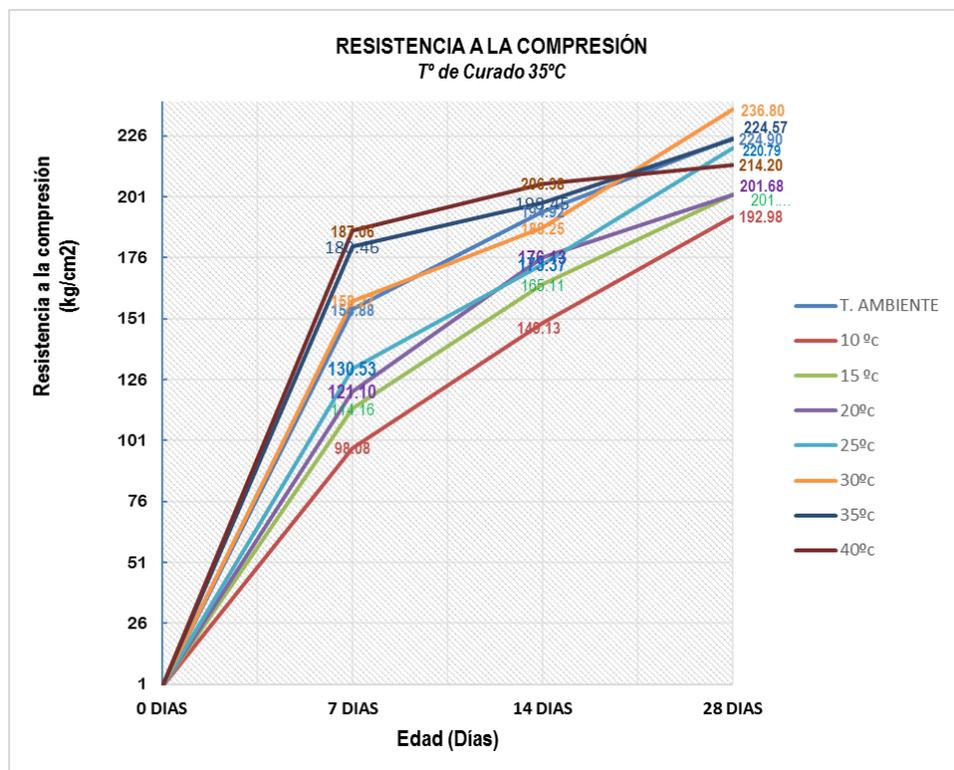


Gráfico 19. Resistencia a la compresión General
Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

Al realizar la influencia del curado de concreto en el desarrollo de la elaboración de las probetas como testigo; se verifica la validez de la hipótesis general planteada, es directamente proporcional a la resistencia a la compresión en elementos estructurales ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$).

4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para llevar a cabo este ensayo se ha tomado una muestra de dos cilindros por cada una de las temperaturas de curado establecidas, con una edad de 28 días; de los datos obtenidos en el ensayo correspondiente a la influencia de la temperatura ambiente en la resistencia a la compresión del concreto, se puede señalar que:

Una vez calculados los valores de resistencia a compresión ($f'c$) de cada probeta ensayada, se realizó un análisis estadístico de los mismos: se determinó la desviación estándar de cada serie de datos y se estableció un rango de valores en función de la media aritmética, de esta manera se eliminaron los valores atípicos que afectaban los resultados.

Los valores obtenidos en cada ensayo han sido tabulados para obtener el módulo secante de elasticidad y la relación de Poisson experimentales aplicando la metodología detallada en los apartados.

Tabla 30. Resumen de Resultados - Resistencia a la Compresion

| | N° DE CILINDRO | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²) | PROMEDIO |
|-------------|----------------|----------------------|-----------------|-------------|--|----------|
| T. AMBIENTE | PA1 | 19/11/2018 | 26/11/2018 | 7 | 154.88 | 154.88 |
| | PA2 | 19/11/2018 | 03/12/2018 | 14 | 194.92 | 194.92 |
| | PA3 | 19/11/2018 | 17/12/2018 | 28 | 232.23 | 224.90 |
| | PA4 | 19/11/2018 | 17/12/2018 | 28 | 227.30 | |
| | PA5 | 19/11/2018 | 17/12/2018 | 28 | 215.15 | |
| 10 °C | PT10-1 | 20/11/2018 | 27/11/2018 | 7 | 98.08 | 98.08 |
| | PT10-2 | 20/11/2018 | 04/12/2018 | 14 | 149.13 | 149.13 |
| | PT10-3 | 20/11/2018 | 18/12/2018 | 28 | 180.67 | 192.98 |
| | PT10-4 | 20/11/2018 | 18/12/2018 | 28 | 178.89 | |
| | PT10-5 | 20/11/2018 | 18/12/2018 | 28 | 219.37 | |

| | | | | | | |
|-------|--------|------------|------------|----|--------|--------|
| 15 °C | PT15-1 | 21/11/2018 | 28/11/2018 | 7 | 114.16 | 114.16 |
| | PT15-2 | 21/11/2018 | 05/12/2018 | 14 | 165.11 | 165.11 |
| | PT15-3 | 21/11/2018 | 19/12/2018 | 28 | 201.81 | 201.63 |
| | PT15-4 | 21/11/2018 | 19/12/2018 | 28 | 199.09 | |
| | PT15-5 | 21/11/2018 | 19/12/2018 | 28 | 203.99 | |
| 20°C | PT20-1 | 22/11/2018 | 29/11/2018 | 7 | 121.10 | 121.10 |
| | PT20-2 | 22/11/2018 | 06/12/2018 | 14 | 176.13 | 176.13 |
| | PT20-3 | 22/11/2018 | 20/12/2018 | 28 | 201.98 | 201.68 |
| | PT20-4 | 22/11/2018 | 20/12/2018 | 28 | 201.31 | |
| | PT20-5 | 22/11/2018 | 20/12/2018 | 28 | 201.76 | |
| 25°C | PT25-1 | 23/11/2018 | 30/11/2018 | 7 | 130.53 | 130.53 |
| | PT25-2 | 23/11/2018 | 07/12/2018 | 14 | 173.37 | 173.37 |
| | PT25-3 | 23/11/2018 | 21/12/2018 | 28 | 231.57 | 220.79 |
| | PT25-4 | 23/11/2018 | 21/12/2018 | 28 | 229.05 | |
| | PT25-5 | 23/11/2018 | 21/12/2018 | 28 | 201.76 | |
| 30°C | PT30-1 | 24/11/2018 | 01/12/2018 | 7 | 158.27 | 158.27 |
| | PT30-2 | 24/11/2018 | 08/12/2018 | 14 | 188.25 | 188.25 |
| | PT30-3 | 24/11/2018 | 22/12/2018 | 28 | 237.77 | 236.80 |
| | PT30-4 | 24/11/2018 | 22/12/2018 | 28 | 235.71 | |
| | PT30-5 | 24/11/2018 | 22/12/2018 | 28 | 236.94 | |
| 35°C | PT35-1 | 25/11/2018 | 02/12/2018 | 7 | 180.46 | 180.46 |
| | PT35-2 | 25/11/2018 | 09/12/2018 | 14 | 198.45 | 198.45 |
| | PT35-3 | 25/11/2018 | 23/12/2018 | 28 | 224.87 | 224.57 |
| | PT35-4 | 25/11/2018 | 23/12/2018 | 28 | 223.50 | |
| | PT35-5 | 25/11/2018 | 23/12/2018 | 28 | 225.32 | |
| 40°C | PT40-1 | 30/11/2018 | 07/12/2018 | 7 | 187.06 | 187.06 |
| | PT40-2 | 30/11/2018 | 14/12/2018 | 14 | 206.38 | 206.38 |
| | PT40-3 | 30/11/2018 | 28/12/2018 | 28 | 215.05 | 214.20 |
| | PT40-4 | 30/11/2018 | 28/12/2018 | 28 | 213.02 | |
| | PT40-5 | 30/11/2018 | 28/12/2018 | 28 | 214.54 | |

4.5. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS

Grafico 20. Detalla la Resistencia a la compresión de los especímenes ensayadas en una edad de 07 días, donde se evidencia en grafico comparativo resultado obtenido. Siendo la temperatura 40 °C de curado de concreto ideal para que resultado sea óptima.

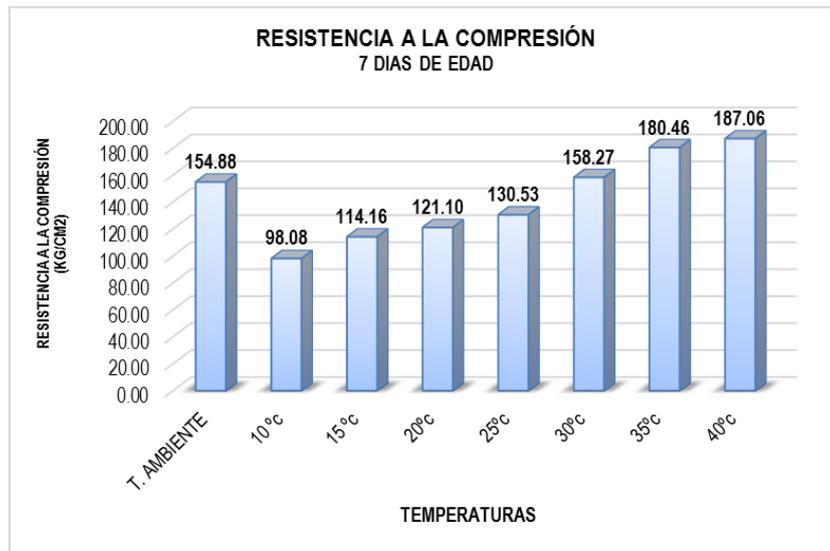


Grafico 20. Resistencia a la compresión General en Edad de 7 días
 Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

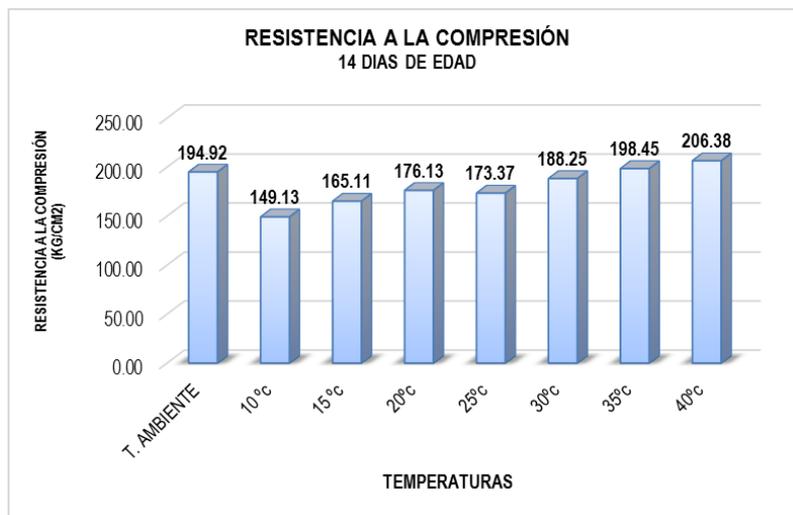


Grafico 21. Resistencia a la compresión General en Edad de 14 días
 Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

Grafico 21. Detalla la Resistencia a la compresión de los especímenes ensayadas en una edad de 14 días, donde se evidencia en grafico comparativo resultado obtenido. Siendo la temperatura 40 °C de curado de concreto ideal para que resultado sea óptima.

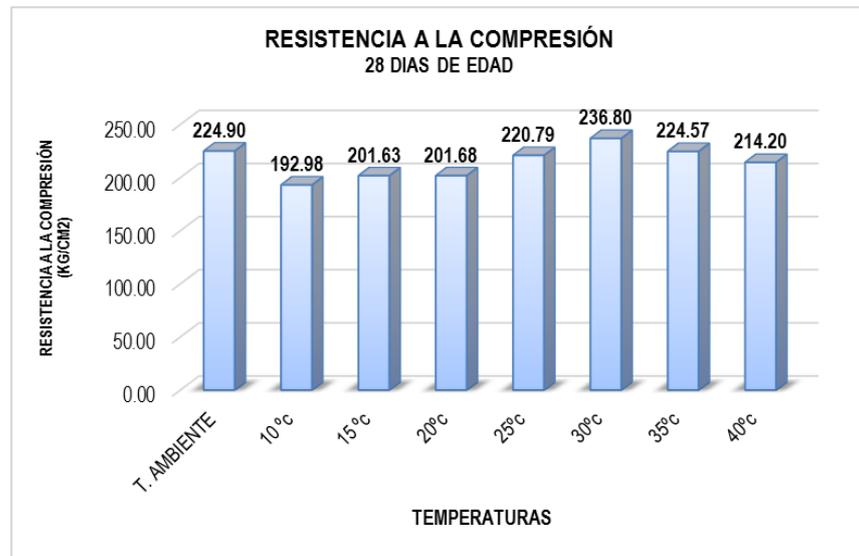


Grafico 22. Resistencia a la compresión General en Edad de 28 días
Fuente: E.F.P. Ingeniería Civil – Laboratorio de Concreto

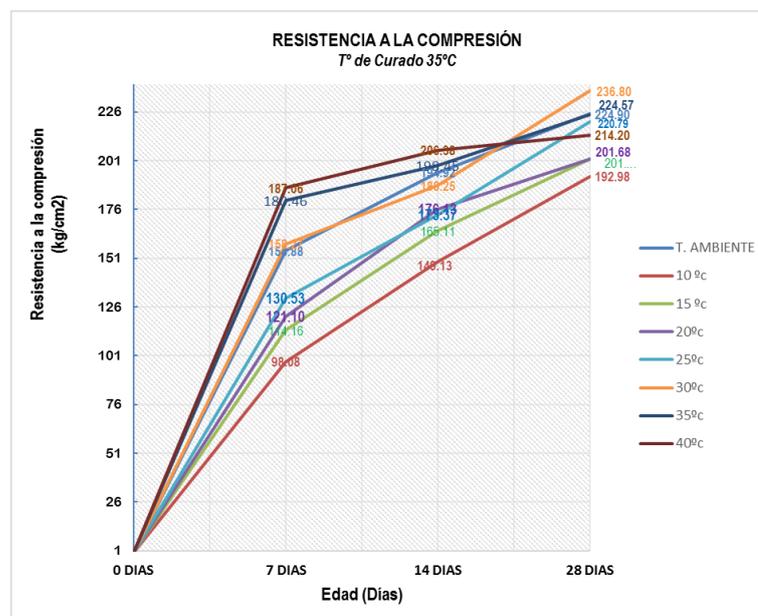
Grafico 22. Detalla la Resistencia a la compresión de los especímenes ensayadas en una edad de 28 días, donde se evidencia en grafico comparativo resultado obtenido. Siendo la temperatura 30 °C de curado de concreto ideal para que resultado sea óptima.

CONCLUSIONES

La dosificación de la mezcla patrón se realizó con el método ACI 211.1; el cual recomienda que para el diseño de un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se considere el valor de resistencia promedio requerida a la compresión de $f'c = 224.90 \text{ kg/cm}^2$.

| EDAD | TEMPERATURA DE CURADO | | | | | | | |
|---------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | T. AMBIENTE | 10 °C | 15 °C | 20 °C | 25 °C | 30 °C | 35 °C | 40 °C |
| 7 DIAS | 154.88 | 98.08 | 114.16 | 121.10 | 130.53 | 158.27 | 180.46 | 187.06 |
| 14 DIAS | 194.92 | 149.13 | 165.11 | 176.13 | 173.37 | 188.25 | 198.45 | 206.38 |
| 28 DIAS | 224.90 | 192.98 | 201.63 | 201.68 | 220.79 | 236.80 | 224.57 | 214.20 |

De acuerdo con los resultados obtenidos, donde se determinaron las propiedades en el concreto fresco de cada parada, se puede concluir que no existe una variación significativa de los valores, lo que permite comparar las propiedades del concreto endurecido; específicamente en el caso de la temperatura y el asentamiento.



Como se observa en el Gráfico, la curva de endurecimiento a los 7 días del proceso de curado, indica que: las probetas que se encontraban sumergidas en agua a temperaturas de 35° y 40°C tienen los siguientes valores de resistencia a la compresión $f'c = 180.46 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 187.06 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente, los cuales al ser comparados con los cilindros curados a temperatura ambiente cuyo $f'c = 154.88 \text{ kg/cm}^2$, indican que las condiciones controladas de temperatura a las que fueron sometidas, influyen directamente en su resistencia inicial. Es decir que, a mayor temperatura de curado, mayor resistencia inicial. Porcentualmente esto se lo puede verificar en los resultados obtenidos, donde la resistencia a compresión de las probetas curadas a 35 y 40°C, es 85.93% y 89.07% respectivamente, mayor a la resistencia obtenida en probetas curadas a temperatura ambiente.

Como se observa en el Gráfico, la curva de endurecimiento a los 14 días del proceso de curado, indica que: las probetas que se encontraban sumergidas en agua a temperaturas de 35° y 40°C tienen los siguientes valores de resistencia a la compresión $f'c = 198.45 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 206.38 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente, los cuales al ser comparados con los cilindros curados a temperatura ambiente cuyo $f'c = 194.92 \text{ kg/cm}^2$, indican que las condiciones controladas de temperatura a las que fueron sometidas, influyen directamente en su resistencia inicial. Es decir que, a mayor temperatura de curado, mayor resistencia inicial. Porcentualmente esto se lo puede verificar en los resultados obtenidos, donde la resistencia a compresión de las

probetas curadas a 35 y 40°C, es 94.50% y 98.28% respectivamente, mayor a la resistencia obtenida en probetas curadas a temperatura ambiente.

Como se observa en el Gráfico, la curva de endurecimiento a los 28 días del proceso de curado, indica que: las probetas que se encontraban sumergidas en agua a temperaturas de 35° y 40°C tienen los siguientes valores de resistencia a la compresión $f'c = 224.57 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 214.20 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente, los cuales al ser comparados con los cilindros curados a temperatura ambiente cuyo $f'c = 224.90 \text{ kg/cm}^2$, indican que las condiciones controladas de temperatura a las que fueron sometidas, influyen directamente en su resistencia inicial. Es decir que, a mayor temperatura de curado, mayor resistencia inicial. Porcentualmente esto se lo puede verificar en los resultados obtenidos, donde la resistencia a compresión de las probetas curadas a 35 y 40°C, es 106.43% y 101.44% respectivamente, mayor a la resistencia obtenida en probetas curadas a temperatura ambiente.

RECOMENDACIONES

- En el caso de estudios experimentales se recomienda fabricar un mínimo de 5 probetas para cada ensayo, con la finalidad de realizar un análisis estadístico que permita descartar valores atípicos que se encuentren fuera del rango que establece la desviación estándar.
- En el proceso de dosificación, se debe considerar la recomendación de la norma ACI 318 que establece una resistencia promedio requerida a la compresión mayor a la de diseño.
- Se recomienda a los diseñadores de mezclas de todos los tipos de concreto, tener en cuenta las temperaturas de los materiales y factores que intervienen en su elaboración (medio ambiente, agregados y agua), demostrándose en este trabajo de investigación que las temperaturas de los agregados y medio ambiente, se pueden contrarrestar con la temperatura del agua en el momento de la elaboración de los concretos y poder obtener una óptima resistencia a la compresión.

BIBLIOGRAFÍA

- ACI Committee 318. (2005). Requisitos de reglamento para concreto estructural. Estados Unidos: American Concrete Institute.
- Alexander, M. (1996). Aggregates and the deformation properties of concrete. Vandoeuver: ACI.
- American Society for Testing and Materials . (2005). Standard Test Method for Compressive Strength of Cilindrical Concrete Specimens (ASTM C39 - 05). Philadelphia : ASTM.
- American Society for Testing and Materials . (2008). Standard Specification for Aggregates. (ASTM C 33 - 08). Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials . (2009). Standard Specification for Blended Hydraulic Cements . Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials . (2009). Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weigh") and Voids in Aggregate. (ASTM C 29 09). Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials . (2010). Standard Test Method for Air Concrete of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method. (ASTM C 231 - 10). Philadelphia : ASTM.
- American Society for Testing and Materials . (2011). Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cilindrical Concrete Specimens. (ASTM C 496 11) . Philadelphia: ASTM.

- American Society for Testing and Materials . (2011). Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Hidraulic - Cement Concrete. (ASTM C 1064 - 11) . Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials . (2014). Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete. (ASTM C 172 - 14). West Conshohocken: ASTM.
- American Society for Testing and Materials . (2014). Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression . Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials. (2006). Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine. (ASTM C 131 - 06) . Philadelphia: ASTM
- Mena, J. (2012). Influencia de la Temperatura Ambiental sobre la resistencia del hormigón preparado. Madrid.
- Neville, A. (1995). Properties of concrete. Essex: Longman .
- Nilson, A. (2001). Diseño de Estructuras de concreto. En A. Nilson, Diseño de Estructuras de concreto (pág. 32). Colombia: Emma Ariza H.
- Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C. (2007). Concreto sometido a compresión - Determinación del módulo de elasticidad estático y relación de poisson . Mexico, D.F.: ONNCCE.

- Servicio Ecuatoriano de Normalizacion. (2009). Cemento hidráulico. Determinacion de la densidad. (NTE INEN 156:2009). Quito: INEN.
- Servicio Ecuatoriano de Normalizacion. (2010). Áridos. Determinación de la masa unitaria (Peso Volumétrico) y el porcentaje de vacíos. (NTE INEN 858:2010). Quito: INEN.
- Servicio Ecuatoriano de Normalizacion. (2010). Áridos. Muestreo. (NTE INEN 695:2010). Quito: INEN.
- Servicio Ecuatoriano de Normalizacion. (2010). Cemento Hidráulico. Definición de términos. (NTE INEN 151:2010). Quito: INEN.
- Servicio Ecuatoriano de Normalizacion. (2010). Determinacion de la Densidad, Densidad Relativa (Gravedad Específica) y Absorción del Árido Fino. (NTE INEN 856:2010). Quito: INEN.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2010). Determinacion de la Densidad, Densidad Relativa (Gravedad Específica) y Absorción del Árido Grueso. (NTE INEN 857:2010). Quito: INEN.
- Servicio Ecuatoriano de Normalizacion. (2010). Determinacion de las Impurezas Inorgánicas en el Árido fino para el Hormigón. (NTE INEN 855:2010). Quito: INEN.
- Servicio Ecuatoriano de Normalizacion. (2010). Hormigón de Cemento Hidráulico. Determinación de la Resistencia a la Compresión de Especímenes cilíndricos de Hormigón de Cemento Hidráulico. (NTE INEN 1573:2010). Quito: INEN.

- Servicio Ecuatoriano de Normalizacion. (2010). Hormigón de cemento hidráulico. Determinación del asentamiento. (NTE INEN 1578:2010) . Quito: INEN.
- Servicio Ecuatoriano de Normalizacion. (2010). Hormigón y Áridos para Elaborar Hormigón. Terminología. (NTE INEN 694:2010). Quito: INEN.
- Servicio Ecuatoriano de Normalizacion. (2011). Análisis Granulométrico en Los Áridos Fino y Grueso. (NTE INEN 696:2011). Quito : INEN.

ANEXO



CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO
NTP 339.185 / ASTM C-566

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | | | |
|--|--|--------------------|-------------------------------|
| OBRA: | Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018 | RESPONSABLE | : Arq. German RAMIREZ MEDRANO |
| SOLICITANTE: | Bach. Luis Roberto ROJAS SILVA | ING.RESP. | : Ing. Eric CHAVEZ RIOS |
| UBICACIÓN: | Yanahuanca - Pasco - Pasco | FECHA | : 05/11/2018 |
| | | FORMATO | : CH-01 |

| DATOS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------|------------------------------|
| TIPO DE AGREGADO | : AGREGADO FINO |
| PROCEDENCIA | : Yanahuanca - Pasco - Pasco |

AGREGADO FINO

| ENSAYO Nº 01 | | | |
|---------------------------|----------------|-----------------|---------------|
| DESCRIPCION | SIMBOLO | CANTIDAD | UNIDAD |
| Nº DE TARRO | | 1 | |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | gr | 99.70 | g |
| PESO TARRO + SUELO SECO | gr | 97.90 | g |
| PESO DEL TARRO | gr | 37.12 | g |
| PESO DE AGUA | gr | 1.80 | g |
| PESO DEL SUELO SECO | gr | 60.78 | g |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | % | 2.962% | % |

| | |
|-----------------|--------------|
| PROMEDIO | 2.96% |
|-----------------|--------------|



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NTP 400.012

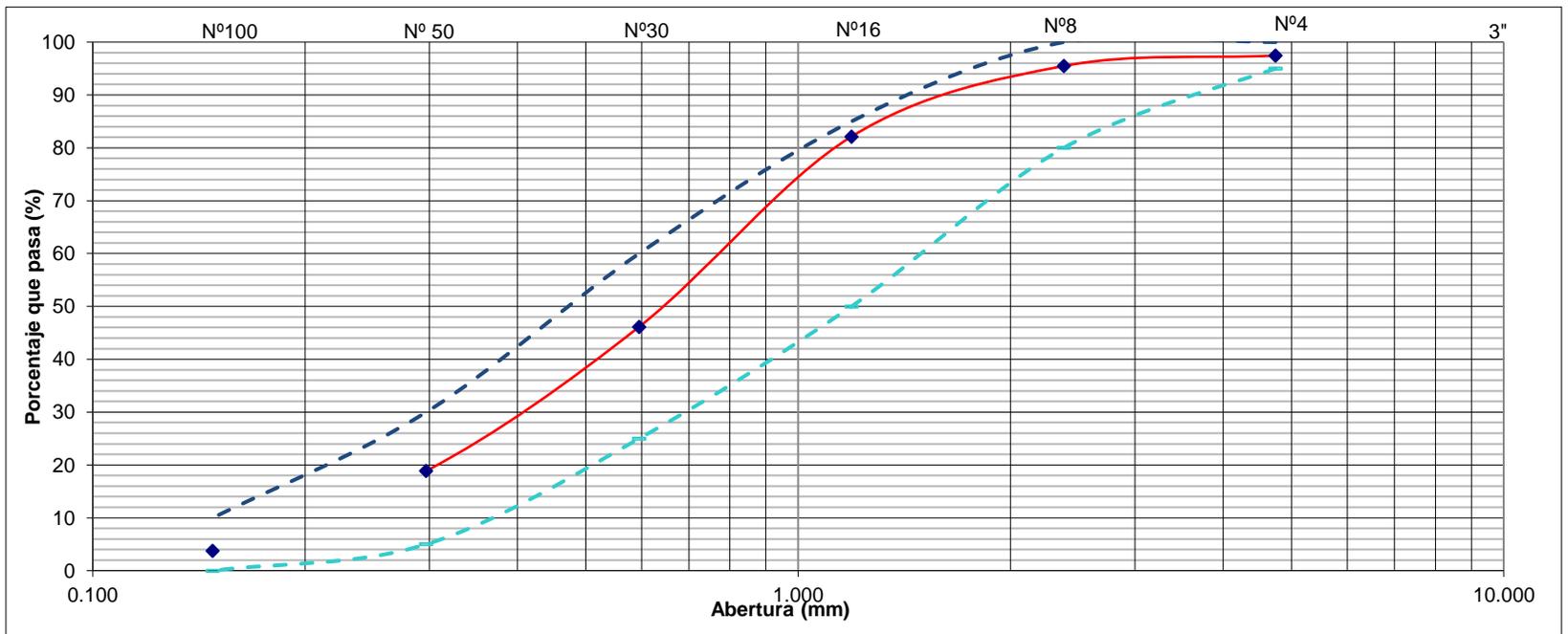
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

| | | | |
|---------------------|--|--------------------|-------------------------------|
| TESIS: | Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018 | RESPONSABLE | : Arq. German RAMIREZ MEDRANO |
| | | ING.RESP. | : Ing. Eric CHAVEZ RIOS |
| SOLICITANTE: | Bach. Luis Roberto ROJAS SILVA | FECHA | : 05/11/2018 |
| CANTERA: | Yanahuanca - Pasco - Pasco | FORMATO | : GT-01 |

DATOS DE LA MUESTRA

| MUESTRA | AGREGADO FINO | Nº DE ENSAYO | 1 | Peso inicial seco | : 3000.00 | g | |
|----------------|----------------------|---------------------|------------|--------------------------|------------|---------------------|------------------------------|
| TAMIZ | AASHTO T-27 | PESO | PORCENTAJE | RETENIDO | PORCENTAJE | HUSO NTP 400.037 | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
| | (mm) | RETENIDO | RETENIDO | ACUMULADO | QUE PASA | | |
| Nº 4 | 4.750 | 76.40 | 2.5 | 2.55 | 97.45 | 95 100 | Tamaño maximo = ---- |
| Nº 8 | 2.380 | 59.26 | 2.0 | 4.52 | 95.48 | 80 100 | Tamaño Maximo Nominal = ---- |
| Nº 16 | 1.190 | 400.34 | 13.3 | 17.87 | 82.13 | 50 85 | Modulo de Fineza = 2.56 |
| Nº 30 | 0.595 | 1079.94 | 36.0 | 53.86 | 46.14 | 25 60 | OBSERVACIONES: |
| Nº 50 | 0.297 | 817.66 | 27.3 | 81.12 | 18.88 | 5 30 | |
| Nº 100 | 0.148 | 452.76 | 15.1 | 96.21 | 3.79 | 0 10 | |
| FONDO | 0.000 | 113.64 | 3.8 | 100.00 | 0.00 | | |

CURVA GRANULOMETRICA





PESO ESPECIFICO (DENSIDAD) Y ABSORCION DEL AGREGADO
NTP 400.022

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | | | |
|--|--|--------------------|-------------------------------|
| OBRA: | Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018 | RESPONSABLE | : Arq. German RAMIREZ MEDRANO |
| SOLICITANTE: | Bach. Luis Roberto ROJAS SILVA | ING.RESP. | Ing. Eric CHAVEZ RIOS |
| UBICACIÓN: | Yanahuanca - Pasco - Pasco | FECHA | ##### |
| | | FORMATO | DAG-01 |

| DATOS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------|------------------------------|
| TIPO DE AGREGADO | : AGREGADO FINO |
| PROCEDENCIA | : Yanahuanca - Pasco - Pasco |

AGREGADO FINO

| PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29) | | | | | | | |
|---|-------------------------------|---------|-------------------|-------|-------|-------|----------|
| N° | DATOS | | UND | M - 1 | M - 2 | M - 3 | PROMEDIO |
| 1 | PESO DEL RECIPIENTE | A | kg | 4.20 | 4.20 | 4.20 | |
| 2 | PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA | B | kg | 5.69 | 5.68 | 5.67 | |
| 3 | PESO DE LA MUESTRA | B - A | kg | 1.49 | 1.49 | 1.48 | |
| 4 | VOLUMEN DEL RECIPIENTE | C | m ³ | 0.001 | 0.001 | 0.001 | |
| CALCULO | | | | | | | |
| 5 | PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.) | (B-A)/C | kg/m ³ | 1627 | 1623 | 1612 | 1620.75 |



PESO ESPECIFICO (DENSIDAD) Y ABSORCION DEL AGREGADO
NTP 400.022

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

| | | | |
|---------------------|--|--------------------|-------------------------------|
| OBRA: | Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018 | RESPONSABLE | : Arq. German RAMIREZ MEDRANO |
| SOLICITANTE: | Bach. Luis Roberto ROJAS SILVA | ING.RESP. | Ing. Eric CHAVEZ RIOS |
| UBICACIÓN: | Yanahuanca - Pasco - Pasco | FECHA | 05/11/2018 |
| | | FORMATO | DAG-01 |

DATOS DE LA MUESTRA

| | | |
|-------------------------|---|----------------------------|
| TIPO DE AGREGADO | : | AGREGADO FINO |
| PROCEDENCIA | : | Yanahuanca - Pasco - Pasco |

AGREGADO FINO

PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29)

| N° | DATOS | UND | M - 1 | M - 2 | M - 3 | PROMEDIO |
|----|-------------------------------|-------|----------------|-------|-------|----------|
| 1 | PESO DEL RECIPIENTE | A | kg | 4.20 | 4.20 | 4.20 |
| 2 | PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA | B | kg | 5.56 | 5.52 | 5.53 |
| 3 | PESO DE LA MUESTRA | B - A | kg | 1.36 | 1.32 | 1.33 |
| 4 | VOLUMEN DEL RECIPIENTE | C | m ³ | 0.001 | 0.001 | 0.001 |

CALCULO

| | | | | | | | |
|---|--------------------------------------|----------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| 5 | PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.) | (B-A)/C | kg/m³ | 1482 | 1446 | 1456 | 1461.52 |
|---|--------------------------------------|----------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|----------------|



CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO
NTP 339.185 / ASTM C-566

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | | | |
|--|--|--------------------|--------------------------|
| OBRA: | Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018 | RESPONSABLE | : Arq. German RAMIREZ M. |
| | | ING.RESP. | : Ing. Eric CHAVEZ RIOS |
| SOLICITANTE: | Bach. Luis Roberto ROJAS SILVA | FECHA | : 05/11/2018 |
| UBICACIÓN: | Yanahuanca - Pasco - Pasco | FORMATO | : CH-01 |

| DATOS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------|------------------------------|
| TIPO DE AGREGADO | : AGREGADO GRUESO |
| PROCEDENCIA | : Yanahuanca - Pasco - Pasco |

AGREGADO GRUESO

| ENSAYO Nº 01 | | | |
|---------------------------|----------------|-----------------|---------------|
| DESCRIPCION | SIMBOLO | CANTIDAD | UNIDAD |
| Nº DE TARRO | | 2 | |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | gr | 111.90 | g |
| PESO TARRO + SUELO SECO | gr | 111.80 | g |
| PESO DEL TARRO | gr | 37.10 | g |
| PESO DE AGUA | gr | 0.10 | g |
| PESO DEL SUELO SECO | gr | 74.70 | g |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | % | 0.134% | % |

| | |
|-----------------|--------------|
| PROMEDIO | 0.13% |
|-----------------|--------------|



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 400.012

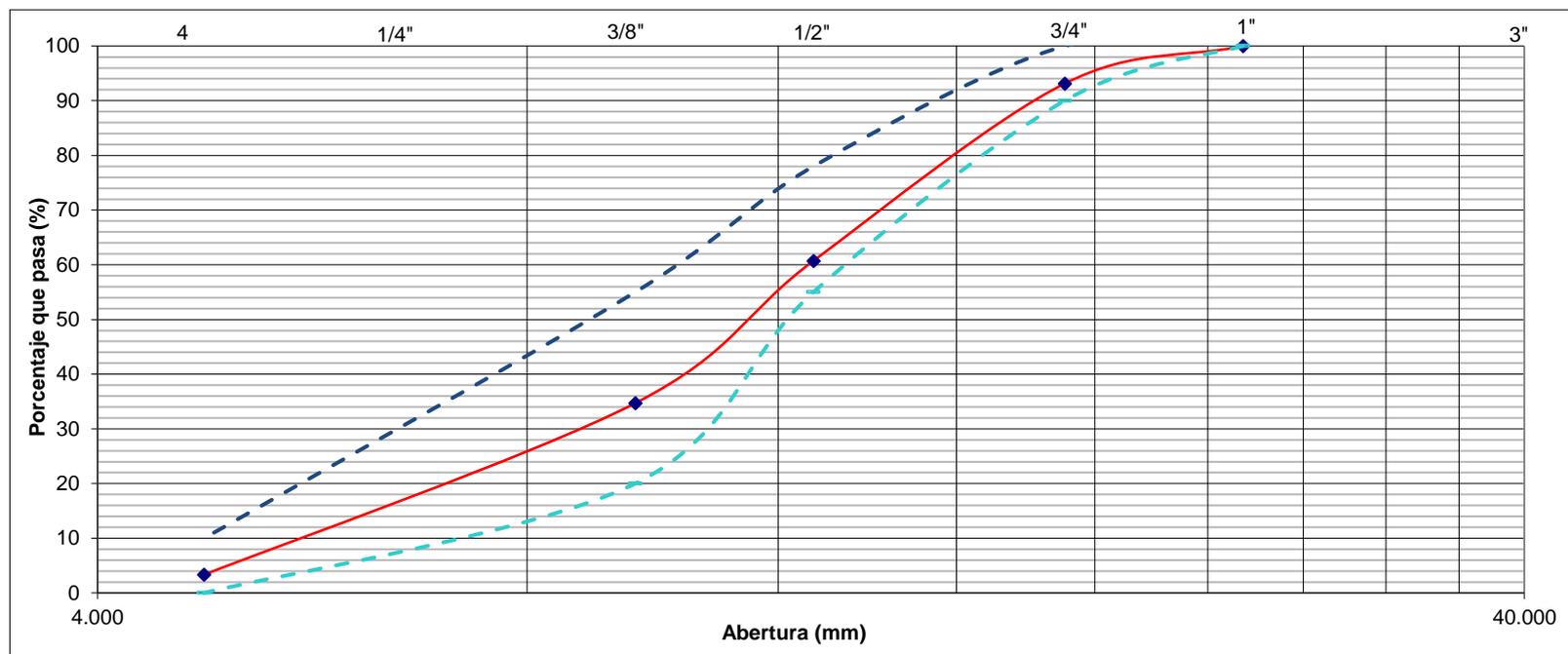
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

| | | | |
|---------------------|--|--------------------|-------------------------|
| OBRA: | Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018 | RESPONSABLE | : Arq. German RAMIREZ M |
| SOLICITANTE: | Bach. Luis Roberto ROJAS SILVA | ING.RESP. | : Ing. Eric CHAVEZ RIOS |
| UBICACIÓN: | Yanahuanca - Pasco - Pasco | FECHA | : 05/11/2018 |
| | | FORMATO | : CH-01 |

DATOS DE LA MUESTRA

| MUESTRA | AGREGADO GRUESO | Nº DE ENSAYO | 1 | Peso inicial seco | : 3000 | g | |
|---------|------------------|---------------|---------------------|--------------------|---------------------|------------------|--------------------------------|
| TAMIZ | AASHTO T-27 (mm) | PESO RETENIDO | PORCENTAJE RETENIDO | RETENIDO ACUMULADO | PORCENTAJE QUE PASA | HUSO NTP 400.037 | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
| 1" | 25.400 | 0.00 | 0.0 | 0.00 | 100.00 | 100 100 | Tamaño maximo = 1" |
| 3 / 4" | 19.050 | 206.00 | 6.9 | 6.87 | 93.13 | 90 100 | Tamaño Maximo Nominal = 3 / 4" |
| 1 / 2" | 12.700 | 972.30 | 32.4 | 39.27 | 60.73 | 55 78 | Modulo de Fineza = 6.69 |
| 3 / 8" | 9.525 | 781.30 | 26.0 | 65.31 | 34.69 | 20 55 | |
| Nº 4 | 4.750 | 940.70 | 31.4 | 96.67 | 3.33 | 0 10 | |
| FONDO | | 100.00 | 3.3 | 100.00 | 0.00 | | |

CURVA GRANULOMETRICA





PESO ESPECIFICO (DENSIDAD) Y ABSORCION DEL AGREGADO
NTP 400.022

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | | | |
|--|--|--------------------|-------------------------------|
| OBRA: | Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018 | RESPONSABLE | : Arq. German RAMIREZ MEDRANO |
| SOLICITANTE: | Bach. Luis Roberto ROJAS SILVA | ING.RESP. | Ing. Eric CHAVEZ RIOS |
| UBICACIÓN: | Yanahuanca - Pasco - Pasco | FECHA | 05/11/2018 |
| | | FORMATO | CH-01 |

| DATOS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------|------------------------------|
| TIPO DE AGREGADO | : AGREGADO FINO |
| PROCEDENCIA | : Yanahuanca - Pasco - Pasco |

AGREGADO FINO

| PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29) | | | | | | | |
|---|-------------------------------|---------|-------------------|-------|-------|-------|----------|
| N° | DATOS | | UND | M - 1 | M - 2 | M - 3 | PROMEDIO |
| 1 | PESO DEL RECIPIENTE | A | kg | 4.20 | 4.20 | 4.20 | |
| 2 | PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA | B | kg | 5.84 | 5.85 | 5.86 | |
| 3 | PESO DE LA MUESTRA | B - A | kg | 1.64 | 1.65 | 1.66 | |
| 4 | VOLUMEN DEL RECIPIENTE | C | m ³ | 0.001 | 0.001 | 0.001 | |
| CALCULO | | | | | | | |
| 5 | PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.) | (B-A)/C | kg/m ³ | 1788 | 1800 | 1816 | 1801.48 |



PESO ESPECIFICO (DENSIDAD) Y ABSORCION DEL AGREGADO
NTP 400.022

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | | | |
|--|--|--------------------|-------------------------------|
| OBRA: | Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018 | RESPONSABLE | : Arq. German RAMIREZ MEDRANO |
| SOLICITANTE: | Bach. Luis Roberto ROJAS SILVA | ING.RESP. | Ing. Eric CHAVEZ RIOS |
| UBICACIÓN: | Yanahuanca - Pasco - Pasco | FECHA | ##### |
| | | FORMATO | CH-01 |

| DATOS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------|------------------------------|
| TIPO DE AGREGADO | : AGREGADO FINO |
| PROCEDENCIA | : Yanahuanca - Pasco - Pasco |

AGREGADO FINO

| PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29) | | | | | | | |
|---|-------------------------------|---------|-------------------|-------|-------|-------|----------|
| N° | DATOS | | UND | M - 1 | M - 2 | M - 3 | PROMEDIO |
| 1 | PESO DEL RECIPIENTE | A | kg | 4.20 | 4.20 | 4.20 | |
| 2 | PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA | B | kg | 5.72 | 5.73 | 5.73 | |
| 3 | PESO DE LA MUESTRA | B - A | kg | 1.53 | 1.53 | 1.53 | |
| 4 | VOLUMEN DEL RECIPIENTE | C | m ³ | 0.001 | 0.001 | 0.001 | |
| CALCULO | | | | | | | |
| 5 | PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.) | (B-A)/C | kg/m ³ | 1667 | 1670 | 1675 | 1670.67 |



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
ACI 211.11

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | | | |
|---|--|--------------------|-----------------------|
| OBRA: | Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018 | RESPONSABLE | Arq. German RAMIREZ |
| | | ING.RESP. | : Ing. Eric M. CHAVEZ |
| SOLICITANTE: | Bach. Luis Roberto ROJAS SILVA | FECHA | : 06/11/2018 |
| UBICACIÓN: | Yanahuanca - Pasco - Pasco | FORMATO | : F-001 |

| DATOS DE LA MUESTRA | |
|-----------------------|------------------------------|
| PROC. AGREGADO GRUESO | : Yanahuanca - Pasco - Pasco |
| PROC. AGREGADO FINA | : Yanahuanca - Pasco - Pasco |

| DATOS DE GENERALES | |
|-------------------------|--------------------------------|
| PARA CONCRETO A DISEÑAR | = 210 kg/cm² |

| PROPIEDADES DE MATERIALES | | | | |
|---------------------------|---------|-----------------|-------------------|-------------------------|
| | CEMENTO | Tipo I Andino | P. Especifico | 2.82 gr/cm ³ |
| | AGUA | Potable | P. Especifico | 1 gr/cm ³ |
| PROPIEDAD | | AG. FINO | AG. GRUESO | |
| P.E. masa | : | 2.65 | 2.6 | g/cm ³ |
| %Absorción | : | 2.67 | 1.33 | % |
| %Contenido de Humedad | : | 2.96 | 0.13 | % |
| TMN | : | | 0.75 | pulgada |
| T.M. | : | | 1 | pulgada |
| Modulo de Finura | : | 3.98 | | |
| P.U.S. | : | 1708 | 1381 | kg/m ³ |
| P.U.C. | : | | 1555 | kg/m ³ |
| Pasante nº 200 | : | | | % |
| P.E "SSS" | : | | | g/cm ³ |
| P.E. masa | : | 2.65 | 2.6 | g/cm ³ |
| P.E aparente | : | | | g/cm ³ |

PASOS DEL DISEÑO

1. Determinación de la Resistencia Promedio f'_{cr}

| f'_{c} | f'_{cr} |
|----------|-----------|
| | 236.8 |
| | 221.6 |

f'_{cr} 294 kg/cm²

a) Si la desviación estándar se ha calculado de acuerdo a lo indicado en el Método 1 o el Método 2, la resistencia promedio requerida será el mayor de los valores determinados por las formulas siguientes usando la desviación estándar "s" calculada.

$$f'_{cr} = f'_{c} + 1.34s \dots\dots\dots (1)$$

$$f'_{cr} = f'_{c} + 2.33s - 35 \dots\dots\dots (2)$$

Donde:
 s = Desviación estándar, en kg/cm²

b) Si se desconoce el valor de la desviación estándar, se utilizara la Tabla 2.2 para la determinación de la resistencia promedio requerida.

TABLA 2.2. Resistencia a la compresión promedio.

| f'_{c} | f'_{cr} |
|--------------|---------------|
| Menos de 210 | $f'_{c} + 70$ |
| 210 a 350 | $f'_{c} + 84$ |
| Sobre 350 | $f'_{c} + 98$ |

2. SELECCIÓN DEL TAMAÑO NOMINAL DEL AGREGADO

TMN 3/4 19.05 mm

3. Selección del Asentamiento (SLUMP)

| Consistencia | Slump |
|--------------|------------|
| Seca | 0 - 2 pulg |
| Plastica | 3 - 4 pulg |
| Fluida | >= 5 pulg |

Slump 4 pulg 101.6 mm



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
ACI 211.11

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | | | |
|---|--|--------------------|-----------------------|
| OBRA: | Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018 | RESPONSABLE | Arq. German RAMIREZ |
| | | ING.RESP. | : Ing. Eric M. CHAVEZ |
| SOLICITANTE: | Bach. Luis Roberto ROJAS SILVA | FECHA | : 06/11/2018 |
| UBICACIÓN: | Yanahuanca - Pasco - Pasco | FORMATO | : F-001 |

| DATOS DE LA MUESTRA | |
|-----------------------|------------------------------|
| PROC. AGREGADO GRUESO | : Yanahuanca - Pasco - Pasco |
| PROC. AGREGADO FINA | : Yanahuanca - Pasco - Pasco |

| DATOS DE GENERALES | |
|-------------------------|--------------------------------|
| PARA CONCRETO A DISEÑAR | = 210 kg/cm² |

4. Determinacion del Contenido de Agua

Agua 205.00 Litros

TABLA 01
VOLUMEN UNITARIO DE AGUA
 Agua en l/m³, para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicada.

| Asentamiento | 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 | ---- |
| Concreto con aire incorporado | | | | | | | | |
| 1" a 2" | 181 | 175 | 168 | 160 | 150 | 142 | 122 | 107 |
| 3" a 4" | 202 | 193 | 184 | 175 | 165 | 157 | 133 | 119 |
| 6" a 7" | 216 | 205 | 197 | 184 | 174 | 166 | 154 | ---- |

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

5. Contenido de Aire por M3

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

| Tamaño máximo nominal | 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% |
| 6" | 0.2% |
| Cont. Aire | 2.0% |

6. Relacion Agua - Cemento

| | | | |
|----|-----|--------|----|
| x0 | 300 | 0.55 | y0 |
| x | 294 | 0.5584 | yx |
| x1 | 250 | 0.62 | y1 |

Agua/Cemento 0.558

$$y_x = y_0 + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} (y_1 - y_0)$$

RELACION AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA

| f'c (Kg/cm ²) | Relación agua/cemento en peso | |
|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | Concretos sin aire incorporado | Concretos con aire incorporado |
| 150 | 0.80 | 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 | |
| 450 | 0.38 | |

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

7. Peso de Cemento por M3 (Factor Cemento)

Cemento 367.12 kg/m³

8.6 bolsas/m³

$$C = (a/c) \frac{1}{\text{Agua}}$$



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
 ACI 211.11

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | | | |
|--|--|--------------------|-----------------------|
| OBRA: | Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018 | RESPONSABLE | Arq. German RAMIREZ |
| | | ING.RESP. | : Ing. Eric M. CHAVEZ |
| SOLICITANTE: | Bach. Luis Roberto ROJAS SILVA | FECHA | : 06/11/2018 |
| UBICACIÓN: | Yanahuanca - Pasco - Pasco | FORMATO | : F-001 |

| DATOS DE LA MUESTRA | |
|----------------------------|------------------------------|
| PROC. AGREGADO GRUESO | : Yanahuanca - Pasco - Pasco |
| PROC. AGREGADO FINA | : Yanahuanca - Pasco - Pasco |

| DATOS DE GENERALES | |
|---------------------------|---------------------|
| PARA CONCRETO A DISEÑAR | = 210 kg/cm2 |

8. Contenido de Agregado Grueso por M3

TABLA 04

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO

Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino. (b / bo)

| Tamaño máximo nominal del agregado grueso. | 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 |
| 2 " | 0.78 | 0.76 | 0.74 | 0.72 |
| 3 " | 0.81 | 0.79 | 0.77 | 0.75 |
| 6 " | 0.87 | 0.85 | 0.83 | 0.81 |

Tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

Vol.Agr.Grueso 0.600 m3

$$PESO_A.G. = Vol_A.G * P.U.C$$

Peso A.G.seco 933.00 kg/m3

9. Calculo de Volúmenes Absolutos

| | | |
|----------------|--------------|-----------|
| Cemento | 0.130 | m3 |
| Agua | 0.205 | m3 |
| Aire | 0.020 | m3 |
| Agr. Grueso | 0.359 | m3 |
| Volumen | 0.714 | m3 |

10. Contenido de Agregado Fino por M3

$$Peso_A.F. = Vol_A.F. * PEmasa$$

Vol.Agr.Fino 0.286 m3

Agr.Fino Seco 757.819 kg/m3

$$Vol.Ag.Fino = 1 - V.A.C.$$

11. VALORES DE DISEÑO DE MEZCLAS PARA MATERIALES SECO

| | | |
|-------------|---------|-------|
| Cemento | 367.120 | kg/m3 |
| Agua | 205.000 | lt/m3 |
| Agr. Fino | 757.819 | kg/m3 |
| Agr. Grueso | 933.000 | kg/m3 |



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
 ACI 211.11

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | | | |
|---|--|-------------|-----------------------|
| OBRA: | Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018 | RESPONSABLE | Arq. German RAMIREZ |
| SOLICITANTE: | Bach. Luis Roberto ROJAS SILVA | ING.RESP. | : Ing. Eric M. CHAVEZ |
| UBICACIÓN: | Yanahuanca - Pasco - Pasco | FECHA | : 06/11/2018 |
| | | FORMATO | : F-001 |

| DATOS DE LA MUESTRA | |
|-----------------------|------------------------------|
| PROC. AGREGADO GRUESO | : Yanahuanca - Pasco - Pasco |
| PROC. AGREGADO FINA | : Yanahuanca - Pasco - Pasco |

| DATOS DE GENERALES | |
|-------------------------|--------------------------|
| PARA CONCRETO A DISEÑAR | = 210 kg/cm ² |

12. Correccion por Humedad del Agregado

calculo de los pesos humedos

Ag fino= 780.25 kg/m³ $Ag_{fino} = Peso_{seco} * (1 + CH)$

Ag grueso= 934.21 kg/m³ $Ag_{grueso} = Peso_{seco} * (1 + CH)$

Calculo de los aportes por humedad

$$\%C.H. - \%Abs$$

| AGREGADO | Peso | Cont. Hum. | Absorcion | Var. Peso | |
|-------------|---------|------------|------------|-----------|-------------------|
| Agr. Fino | 757.819 | 2.96 | 2.67 | 2.20 | lt/m ³ |
| Agr. Grueso | 933.000 | 0.13 | 1.33 | -11.20 | lt/m ³ |
| | | | quita agua | -9.00 | lt/m ³ |

Agua efectiva= 214.00 Litros $Agua_{Efectiva} = Agua - Correccion$

13. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

| | | | |
|-------------|---------|-------------------|----------|
| Cemento | 367.120 | kg/m ³ | 8.64 bls |
| Agua | 213.998 | lt/m ³ | |
| Agr. Fino | 780.250 | kg/m ³ | |
| Agr. Grueso | 934.213 | kg/m ³ | |

14. Relacion en Peso

$$\frac{C}{C} = \frac{Peso_{A.G.}}{C} = \frac{Peso_{A.F.}}{C}$$

| CEMENTO | AGR. FINO | AGR. GRUESO | AGUA | |
|---------|-----------|-------------|-------|--------|
| 1 | 2.13 | 2.54 | 24.77 | lt/bls |



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
ACI 211.11

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | | | |
|---|--|--------------------|-----------------------|
| OBRA: | Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018 | RESPONSABLE | Arq. German RAMIREZ |
| | | ING.RESP. | : Ing. Eric M. CHAVEZ |
| SOLICITANTE: | Bach. Luis Roberto ROJAS SILVA | FECHA | : 06/11/2018 |
| UBICACIÓN: | Yanahuanca - Pasco - Pasco | FORMATO | : F-001 |

| DATOS DE LA MUESTRA | |
|------------------------------|------------------------------|
| PROC. AGREGADO GRUESO | : Yanahuanca - Pasco - Pasco |
| PROC. AGREGADO FINA | : Yanahuanca - Pasco - Pasco |

| DATOS DE GENERALES | |
|--------------------------------|---------------------|
| PARA CONCRETO A DISEÑAR | = 210 kg/cm2 |

15. Peso por tanda de saco

42.5 peso de 1 bolsa de cemento

| CEMENTO | AGR. FINO | AGR. GRUESO | AGUA |
|---------|-----------|-------------|---------|
| 42.5 | 90.33 | 108.15 | 24.77 |
| kg/saco | kg/saco | kg/saco | lt/saco |

16. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS PARA EL VACIADO DE 6 PROBETAS

Volumen 0.039760782 $\pi()*(d/2)^2 * h$

| | |
|--------------------|--------|
| Cemento | 14.597 |
| Agua | 8.509 |
| Agr. Fino | 31.023 |
| Agr. Grueso | 37.145 |



RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS ASTM C-39-NTP 339.034

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | |
|---|--|
| OBRA | : Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018 |
| SOLICITANTE | : Bach. Luis Roberto ROJAS SILVA |
| UBICACIÓN | : Yanahuanca - Pasco - Pasco |

| | | |
|------------------------------|------------|--------------------------|
| RESISTENCIA DE DISEÑO | 210 | <i>Kg/cm²</i> |
|------------------------------|------------|--------------------------|

| | N° DE CILINDRO | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²) | PROMEDIO |
|-------------|----------------|----------------------|-----------------|-------------|--|----------|
| T. AMBIENTE | PA1 | 19/11/2018 | 26/11/2018 | 7 | 154.88 | 154.88 |
| | PA2 | 19/11/2018 | 03/12/2018 | 14 | 194.92 | 194.92 |
| | PA3 | 19/11/2018 | 17/12/2018 | 28 | 232.23 | 224.90 |
| | PA4 | 19/11/2018 | 17/12/2018 | 28 | 227.30 | |
| | PA5 | 19/11/2018 | 17/12/2018 | 28 | 215.15 | |
| 10 °C | PT10-1 | 20/11/2018 | 27/11/2018 | 7 | 98.08 | 98.08 |
| | PT10-2 | 20/11/2018 | 04/12/2018 | 14 | 149.13 | 149.13 |
| | PT10-3 | 20/11/2018 | 18/12/2018 | 28 | 180.67 | 192.98 |
| | PT10-4 | 20/11/2018 | 18/12/2018 | 28 | 178.89 | |
| | PT10-5 | 20/11/2018 | 18/12/2018 | 28 | 219.37 | |
| 15 °C | PT15-1 | 21/11/2018 | 28/11/2018 | 7 | 114.16 | 114.16 |
| | PT15-2 | 21/11/2018 | 05/12/2018 | 14 | 165.11 | 165.11 |
| | PT15-3 | 21/11/2018 | 19/12/2018 | 28 | 201.81 | 201.63 |
| | PT15-4 | 21/11/2018 | 19/12/2018 | 28 | 199.09 | |
| | PT15-5 | 21/11/2018 | 19/12/2018 | 28 | 203.99 | |
| 20°C | PT20-1 | 22/11/2018 | 29/11/2018 | 7 | 121.10 | 121.10 |
| | PT20-2 | 22/11/2018 | 06/12/2018 | 14 | 176.13 | 176.13 |
| | PT20-3 | 22/11/2018 | 20/12/2018 | 28 | 201.98 | 201.68 |
| | PT20-4 | 22/11/2018 | 20/12/2018 | 28 | 201.31 | |
| | PT20-5 | 22/11/2018 | 20/12/2018 | 28 | 201.76 | |
| 25°C | PT25-1 | 23/11/2018 | 30/11/2018 | 7 | 130.53 | 130.53 |
| | PT25-2 | 23/11/2018 | 07/12/2018 | 14 | 173.37 | 173.37 |
| | PT25-3 | 23/11/2018 | 21/12/2018 | 28 | 231.57 | 220.79 |
| | PT25-4 | 23/11/2018 | 21/12/2018 | 28 | 229.05 | |
| | PT25-5 | 23/11/2018 | 21/12/2018 | 28 | 201.76 | |
| 30°C | PT30-1 | 24/11/2018 | 01/12/2018 | 7 | 158.27 | 158.27 |
| | PT30-2 | 24/11/2018 | 08/12/2018 | 14 | 188.25 | 188.25 |
| | PT30-3 | 24/11/2018 | 22/12/2018 | 28 | 237.77 | 236.80 |
| | PT30-4 | 24/11/2018 | 22/12/2018 | 28 | 235.71 | |
| | PT30-5 | 24/11/2018 | 22/12/2018 | 28 | 236.94 | |
| 35°C | PT35-1 | 25/11/2018 | 02/12/2018 | 7 | 180.46 | 180.46 |
| | PT35-2 | 25/11/2018 | 09/12/2018 | 14 | 198.45 | 198.45 |
| | PT35-3 | 25/11/2018 | 23/12/2018 | 28 | 224.87 | 224.57 |
| | PT35-4 | 25/11/2018 | 23/12/2018 | 28 | 223.50 | |
| | PT35-5 | 25/11/2018 | 23/12/2018 | 28 | 225.32 | |
| 40°C | PT40-1 | 30/11/2018 | 07/12/2018 | 7 | 187.06 | 187.06 |
| | PT40-2 | 30/11/2018 | 14/12/2018 | 14 | 206.38 | 206.38 |
| | PT40-3 | 30/11/2018 | 28/12/2018 | 28 | 215.05 | 214.20 |
| | PT40-4 | 30/11/2018 | 28/12/2018 | 28 | 213.02 | |
| | PT40-5 | 30/11/2018 | 28/12/2018 | 28 | 214.54 | |

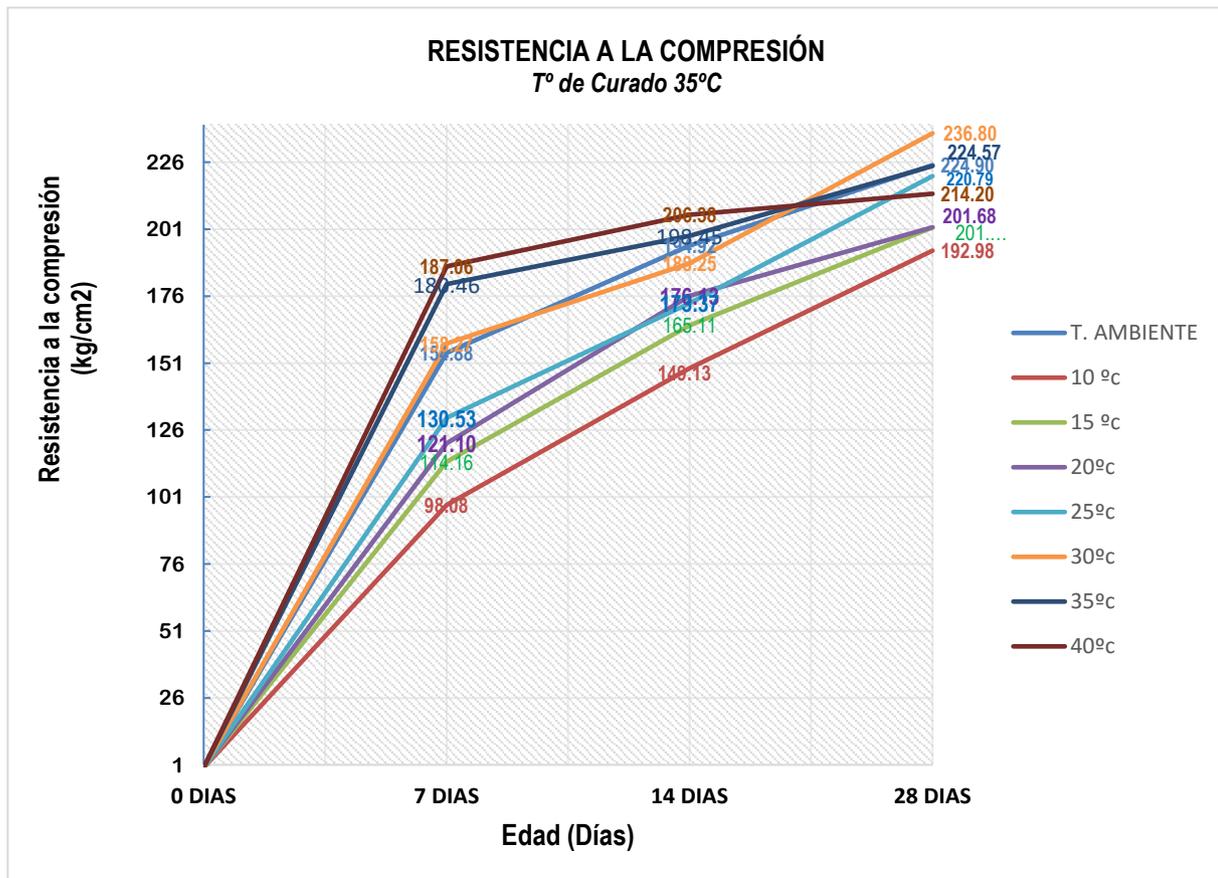


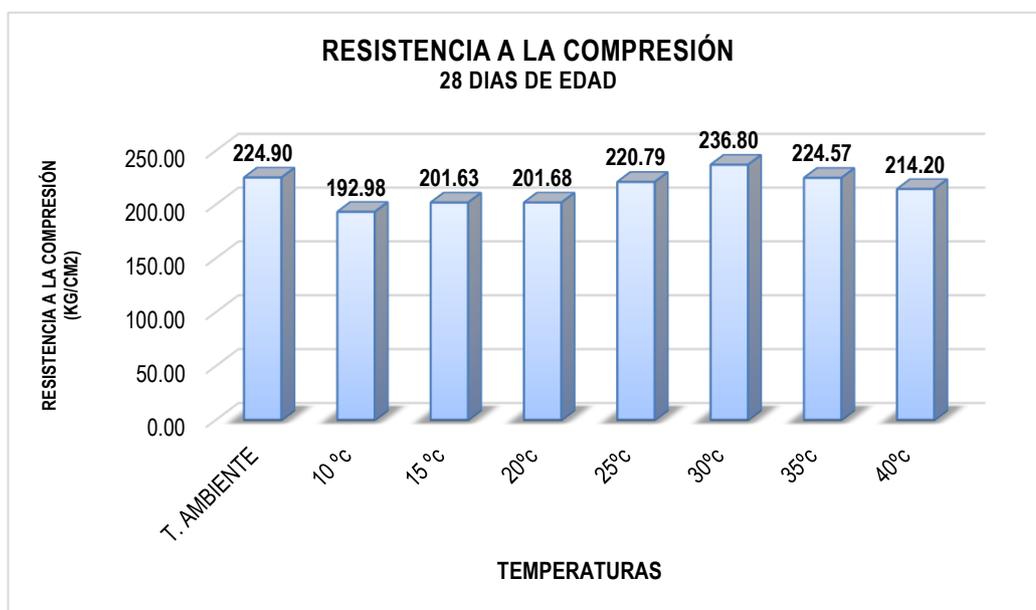
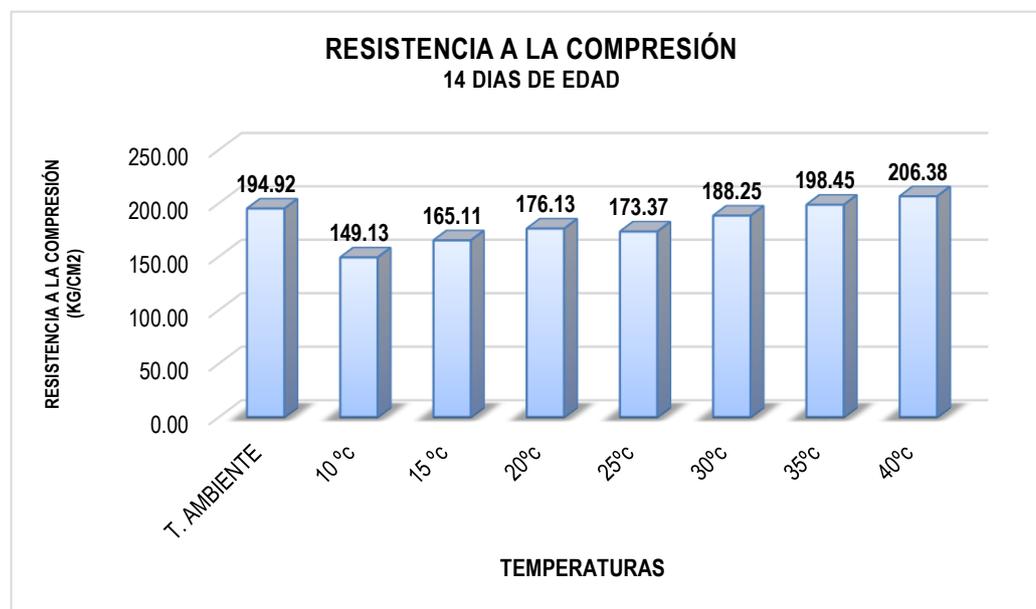
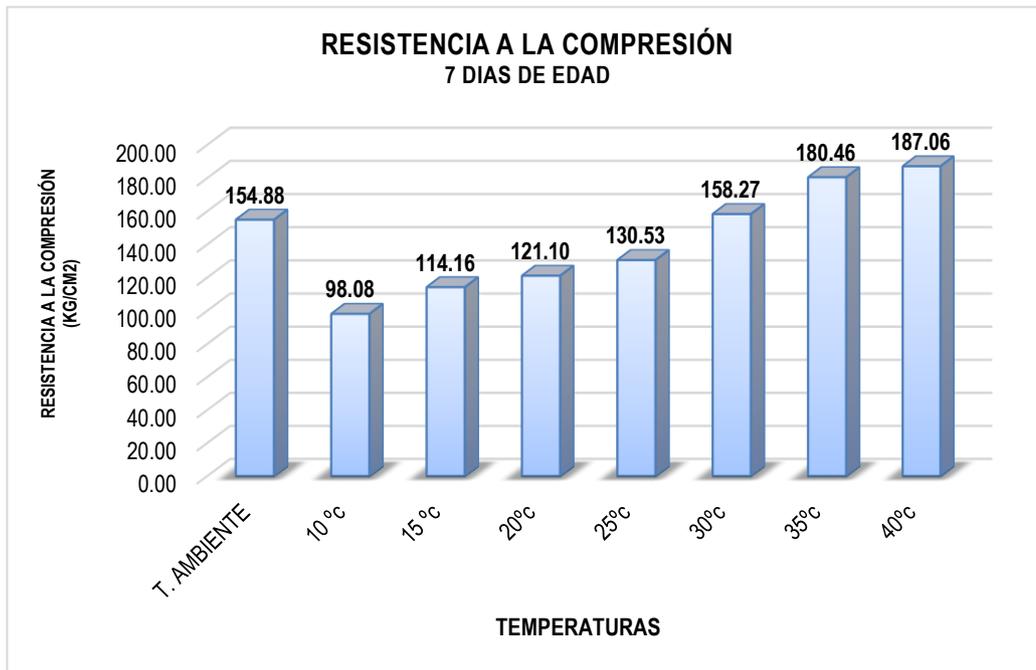
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS ASTM C-39-NTP 339.034

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

| | | |
|-------------|---|--|
| OBRA | : | Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018 |
| SOLICITANTE | : | Bach. Luis Roberto ROJAS SILVA |
| UBICACIÓN | : | Yanahuanca - Pasco - Pasco |

| EDAD | TEMPERATURA DE CURADO | | | | | | | |
|---------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | T. AMBIENTE | 10 °c | 15 °c | 20°c | 25°c | 30°c | 35°c | 40°c |
| 0 DIAS | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 DIAS | 154.88 | 98.08 | 114.16 | 121.10 | 130.53 | 158.27 | 180.46 | 187.06 |
| 14 DIAS | 194.92 | 149.13 | 165.11 | 176.13 | 173.37 | 188.25 | 198.45 | 206.38 |
| 28 DIAS | 224.90 | 192.98 | 201.63 | 201.68 | 220.79 | 236.80 | 224.57 | 214.20 |







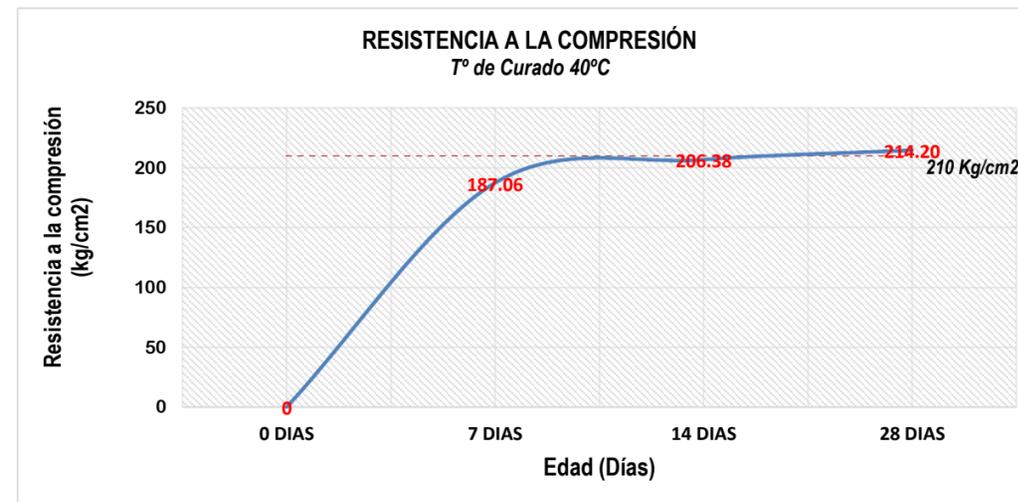
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS
 ASTM C-39-NTP 339.034

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | | | |
|---|--|---------------|-----------------------------|
| OBRA : | Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018 | RESPONSABLE : | Arq. Jose German RAMIREZ M. |
| SOLICITANTE : | Bach. Luis Roberto ROJAS SILVA | ING.RESP. : | Ing. Eric CHAVEZ RIOS |
| UBICACIÓN : | Yanahuanca - Pasco - Pasco | FECHA : | 02/01/2019 |
| | | FORMATO : | F-01 |

RESISTENCIA DE DISEÑO 210 Kglcm²

T 40°C

| N° DE CILINDRO | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | DIAMETRO (Cm) | | | ALTURA (Cm) | | | RELACIÓN DE ESBELTÉZ L/D=2 | CORRECCIÓN DE ESBELTEZ | AREA cm | CARGA (Kg-f) | RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²) | % DE RESISTENCIA OBTENIDA | % DE RESISTENCIA ESPECIFICADA | TIPO DE FALLA | OBSERVACIONES | PROMEDIO |
|----------------|----------------------|-----------------|-------------|---------------|------|--------------|-------------|-------|--------------|----------------------------|------------------------|---------|--------------|--|---------------------------|-------------------------------|----------------|---------------|----------|
| | | | | N°1 | N°2 | PROMEDIO | N°1 | N°2 | PROMEDIO | | | | | | | | | | |
| PT40-1 | 30/11/2018 | 07/12/2018 | 7 | 15.2 | 15.1 | 15.15 | 29.9 | 30.0 | 29.95 | 1.98 | OK | 180.3 | 33720 | 187.06 | 89.07% | 70% | CONO | SI CUMPLE | 187.06 |
| PT40-2 | 30/11/2018 | 14/12/2018 | 14 | 15.3 | 15.1 | 15.2 | 30.4 | 30.4 | 30.40 | 2.00 | OK | 181.5 | 37450 | 206.38 | 98.28% | 85% | COLUMNA | SI CUMPLE | 206.38 |
| PT40-3 | 30/11/2018 | 28/12/2018 | 28 | 15.1 | 15.1 | 15.1 | 29.8 | 30.00 | 29.90 | 1.98 | OK | 179.1 | 38510 | 215.05 | 102.40% | 100% | CONO Y CORTE | SI CUMPLE | |
| PT40-4 | 30/11/2018 | 28/12/2018 | 28 | 15.1 | 15.2 | 15.15 | 30.5 | 30.5 | 30.50 | 2.01 | OK | 180.3 | 38400 | 213.02 | 101.44% | 100% | CONO Y CUARTEO | SI CUMPLE | 214.20 |
| PT40-5 | 30/11/2018 | 28/12/2018 | 28 | 15.1 | 15.1 | 15.1 | 30.3 | 30.4 | 30.35 | 2.01 | OK | 179.1 | 38420 | 214.54 | 102.16% | 100% | CONO Y CORTE | SI CUMPLE | |





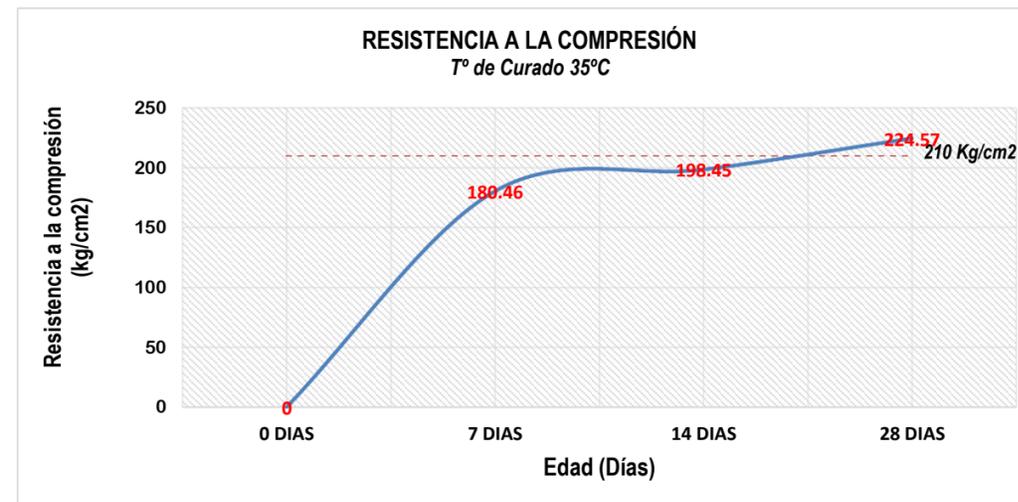
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS
 ASTM C-39-NTP 339.034

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | | | |
|---|--|---------------|-----------------------------|
| OBRA : | Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018 | RESPONSABLE : | Arq. Jose German RAMIREZ M. |
| SOLICITANTE : | Bach. Luis Roberto ROJAS SILVA | ING.RESP. : | Ing. Eric CHAVEZ RIOS |
| UBICACIÓN : | Yanahuanca - Pasco - Pasco | FECHA : | 28/12/2018 |
| | | FORMATO : | F-01 |

RESISTENCIA DE DISEÑO 210 Kglcm2

T 35°C

| N° DE CILINDRO | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | DIAMETRO (Cm) | | | ALTURA (Cm) | | | RELACIÓN DE ESBELTÉZ L/D=2 | CORRECCIÓN DE ESBELTEZ | AREA cm | CARGA (Kg-f) | RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2) | % DE RESISTENCIA OBTENIDA | % DE RESISTENCIA ESPECIFICADA | TIPO DE FALLA | OBSERVACIONES | PROMEDIO |
|----------------|----------------------|-----------------|-------------|---------------|------|--------------|-------------|-------|--------------|----------------------------|------------------------|---------|--------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------|---------------|----------|
| | | | | N°1 | N°2 | PROMEDIO | N°1 | N°2 | PROMEDIO | | | | | | | | | | |
| PT35-1 | 25/11/2018 | 02/12/2018 | 7 | 15.2 | 15.1 | 15.15 | 29.9 | 30.0 | 29.95 | 1.98 | OK | 180.3 | 32530 | 180.46 | 85.93% | 70% | CONO | SI CUMPLE | 180.46 |
| PT35-2 | 25/11/2018 | 09/12/2018 | 14 | 15.3 | 15.1 | 15.2 | 30.4 | 30.4 | 30.40 | 2.00 | OK | 181.5 | 36010 | 198.45 | 94.50% | 85% | COLUMNA | SI CUMPLE | 198.45 |
| PT35-3 | 25/11/2018 | 23/12/2018 | 28 | 15.1 | 15.1 | 15.1 | 29.8 | 30.00 | 29.90 | 1.98 | OK | 179.1 | 40270 | 224.87 | 107.08% | 100% | CONO Y CORTE | SI CUMPLE | |
| PT35-4 | 25/11/2018 | 23/12/2018 | 28 | 15.1 | 15.2 | 15.15 | 30.5 | 30.5 | 30.50 | 2.01 | OK | 180.3 | 40290 | 223.50 | 106.43% | 100% | CONO Y CUARTEO | SI CUMPLE | 224.57 |
| PT35-5 | 25/11/2018 | 23/12/2018 | 28 | 15.1 | 15.1 | 15.1 | 30.3 | 30.4 | 30.35 | 2.01 | OK | 179.1 | 40350 | 225.32 | 107.30% | 100% | CONO Y CORTE | SI CUMPLE | |



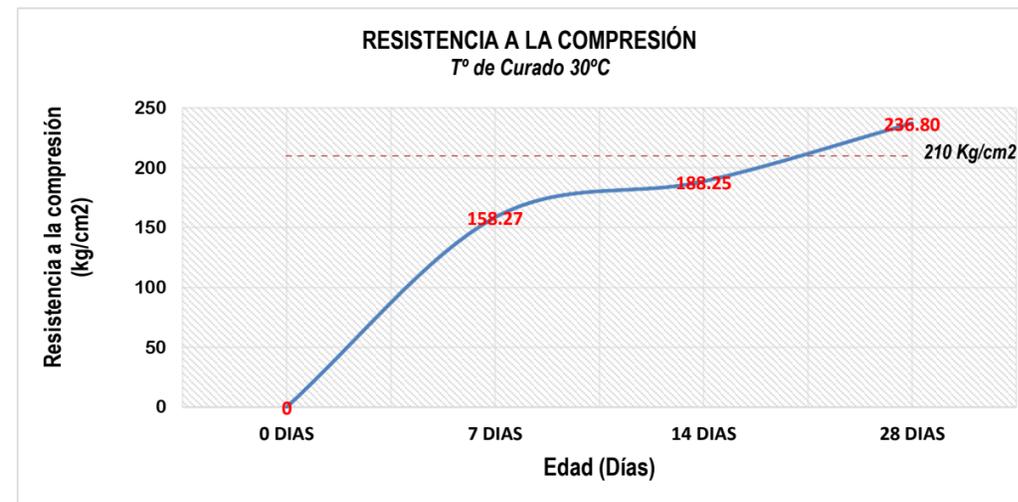


RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS
 ASTM C-39-NTP 339.034

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | | | |
|---|--|---------------|-----------------------------|
| OBRA : | Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018 | RESPONSABLE : | Arq. Jose German RAMIREZ M. |
| SOLICITANTE : | Bach. Luis Roberto ROJAS SILVA | ING.RESP. : | Ing. Eric CHAVEZ RIOS |
| UBICACIÓN : | Yanahuanca - Pasco - Pasco | FECHA : | 27/12/2018 |
| | | FORMATO : | F-01 |

RESISTENCIA DE DISEÑO 210 *Kg/cm²*
T 30°C

| N° DE CILINDRO | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | DIAMETRO (Cm) | | | ALTURA (Cm) | | | RELACIÓN DE ESBELTÉZ L/D=2 | CORRECCIÓN DE ESBELTEZ | AREA cm | CARGA (Kg-f) | RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²) | % DE RESISTENCIA OBTENIDA | % DE RESISTENCIA ESPECIFICADA | TIPO DE FALLA | OBSERVACIONES | PROMEDIO |
|----------------|----------------------|-----------------|-------------|---------------|------|--------------|-------------|-------|--------------|----------------------------|------------------------|---------|--------------|--|---------------------------|-------------------------------|----------------|---------------|----------|
| | | | | N°1 | N°2 | PROMEDIO | N°1 | N°2 | PROMEDIO | | | | | | | | | | |
| PT30-1 | 24/11/2018 | 01/12/2018 | 7 | 15.2 | 15.1 | 15.15 | 29.9 | 30.0 | 29.95 | 1.98 | OK | 180.3 | 28530 | 158.27 | 75.36% | 70% | CONO | SI CUMPLE | 158.27 |
| PT30-2 | 24/11/2018 | 08/12/2018 | 14 | 15.3 | 15.1 | 15.2 | 30.4 | 30.4 | 30.40 | 2.00 | OK | 181.5 | 34160 | 188.25 | 89.64% | 85% | COLUMNA | SI CUMPLE | 188.25 |
| PT30-3 | 24/11/2018 | 22/12/2018 | 28 | 15.1 | 15.1 | 15.1 | 29.8 | 30.00 | 29.90 | 1.98 | OK | 179.1 | 42580 | 237.77 | 113.23% | 100% | CONO Y CORTE | SI CUMPLE | |
| PT30-4 | 24/11/2018 | 22/12/2018 | 28 | 15.1 | 15.2 | 15.15 | 30.5 | 30.5 | 30.50 | 2.01 | OK | 180.3 | 42490 | 235.71 | 112.24% | 100% | CONO Y CUARTEO | SI CUMPLE | 236.80 |
| PT30-5 | 24/11/2018 | 22/12/2018 | 28 | 15.1 | 15.1 | 15.1 | 30.3 | 30.4 | 30.35 | 2.01 | OK | 179.1 | 42430 | 236.94 | 112.83% | 100% | CONO Y CORTE | SI CUMPLE | |





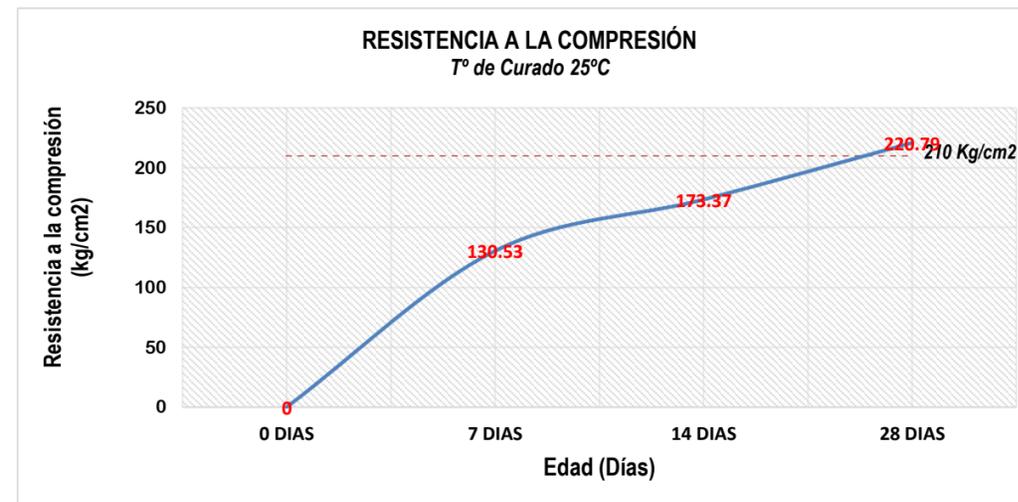
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS
 ASTM C-39-NTP 339.034

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | | | |
|---|--|---------------|-----------------------------|
| OBRA : | Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018 | RESPONSABLE : | Arq. Jose German RAMIREZ M. |
| SOLICITANTE : | Bach. Luis Roberto ROJAS SILVA | ING.RESP. : | Ing. Eric CHAVEZ RIOS |
| UBICACIÓN : | Yanahuanca - Pasco - Pasco | FECHA : | 26/12/2018 |
| | | FORMATO : | F-01 |

RESISTENCIA DE DISEÑO 210 *Kg/cm²*

T 25°C

| N° DE CILINDRO | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | DIAMETRO (Cm) | | | ALTURA (Cm) | | | RELACIÓN DE ESBELTÉZ L/D=2 | CORRECCIÓN DE ESBELTEZ | AREA cm | CARGA (Kg-f) | RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²) | % DE RESISTENCIA OBTENIDA | % DE RESISTENCIA ESPECIFICADA | TIPO DE FALLA | OBSERVACIONES | PROMEDIO |
|----------------|----------------------|-----------------|-------------|---------------|------|--------------|-------------|-------|--------------|----------------------------|------------------------|---------|--------------|--|---------------------------|-------------------------------|----------------|---------------|----------|
| | | | | N°1 | N°2 | PROMEDIO | N°1 | N°2 | PROMEDIO | | | | | | | | | | |
| PT25-1 | 23/11/2018 | 30/11/2018 | 7 | 15.2 | 15.1 | 15.15 | 29.9 | 30.0 | 29.95 | 1.98 | OK | 180.3 | 23530 | 130.53 | 62.16% | 70% | CONO | NO CUMPLE | 130.53 |
| PT25-2 | 23/11/2018 | 07/12/2018 | 14 | 15.3 | 15.1 | 15.2 | 30.4 | 30.4 | 30.40 | 2.00 | OK | 181.5 | 31460 | 173.37 | 82.56% | 85% | COLUMNA | NO CUMPLE | 173.37 |
| PT25-3 | 23/11/2018 | 21/12/2018 | 28 | 15.1 | 15.1 | 15.1 | 29.8 | 30.00 | 29.90 | 1.98 | OK | 179.1 | 41470 | 231.57 | 110.27% | 100% | CONO Y CORTE | SI CUMPLE | |
| PT25-4 | 23/11/2018 | 21/12/2018 | 28 | 15.1 | 15.2 | 15.15 | 30.5 | 30.5 | 30.50 | 2.01 | OK | 180.3 | 41290 | 229.05 | 109.07% | 100% | CONO Y CUARTEO | SI CUMPLE | 220.79 |
| PT25-5 | 23/11/2018 | 21/12/2018 | 28 | 15.1 | 15.1 | 15.1 | 30.3 | 30.4 | 30.35 | 2.01 | OK | 179.1 | 36130 | 201.76 | 96.07% | 100% | CONO Y CORTE | NO CUMPLE | |

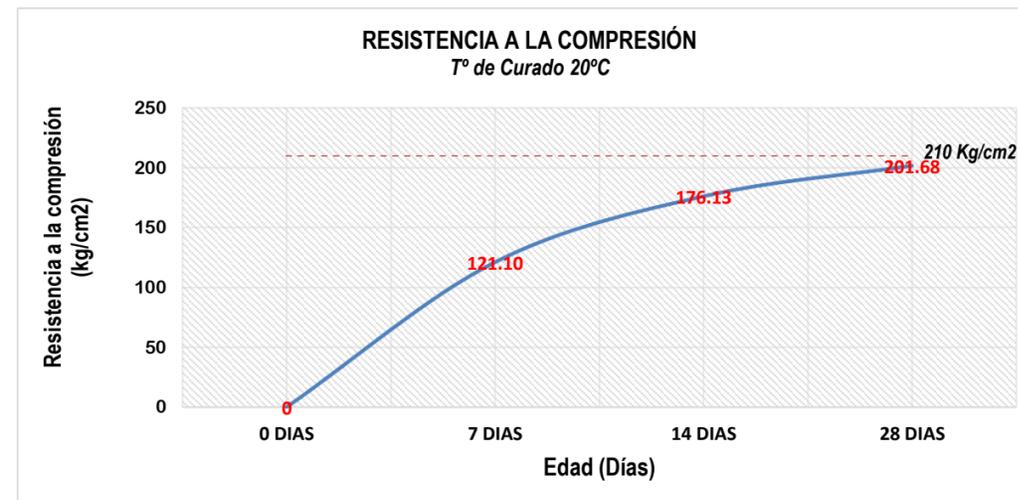




RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS
 ASTM C-39-NTP 339.034

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | | | |
|---|--|---------------|-----------------------------|
| OBRA : | Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018 | RESPONSABLE : | Arq. Jose German RAMIREZ M. |
| SOLICITANTE : | Bach. Luis Roberto ROJAS SILVA | ING.RESP. : | Ing. Eric CHAVEZ RIOS |
| UBICACIÓN : | Yanahuanca - Pasco - Pasco | FECHA : | 25/12/2018 |
| | | FORMATO : | F-01 |

| RESISTENCIA DE DISEÑO 210 Kglcm2 | | | | T 20°C | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|----------------------|-----------------|-------------|---------------|------|----------|-------------|-------|----------|----------------------------|------------------------|---------|--------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------|---------------|----------|
| N° DE CILINDRO | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | DIAMETRO (Cm) | | | ALTURA (Cm) | | | RELACIÓN DE ESBELTÉZ L/D=2 | CORRECCIÓN DE ESBELTEZ | AREA cm | CARGA (Kg-f) | RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2) | % DE RESISTENCIA OBTENIDA | % DE RESISTENCIA ESPECIFICADA | TIPO DE FALLA | OBSERVACIONES | PROMEDIO |
| | | | | N°1 | N°2 | PROMEDIO | N°1 | N°2 | PROMEDIO | | | | | | | | | | |
| PT20-1 | 22/11/2018 | 29/11/2018 | 7 | 15.2 | 15.1 | 15.15 | 29.9 | 30.0 | 29.95 | 1.98 | OK | 180.3 | 21830 | 121.10 | 57.67% | 70% | CONO | NO CUMPLE | 121.10 |
| PT20-2 | 22/11/2018 | 06/12/2018 | 14 | 15.3 | 15.1 | 15.2 | 30.4 | 30.4 | 30.40 | 2.00 | OK | 181.5 | 31960 | 176.13 | 83.87% | 85% | COLUMNA | NO CUMPLE | 176.13 |
| PT20-3 | 22/11/2018 | 20/12/2018 | 28 | 15.1 | 15.1 | 15.1 | 29.8 | 30.00 | 29.90 | 1.98 | OK | 179.1 | 36170 | 201.98 | 96.18% | 100% | CONO Y CORTE | NO CUMPLE | 201.68 |
| PT20-4 | 22/11/2018 | 20/12/2018 | 28 | 15.1 | 15.2 | 15.15 | 30.5 | 30.5 | 30.50 | 2.01 | OK | 180.3 | 36290 | 201.31 | 95.86% | 100% | CONO Y CUARTEO | NO CUMPLE | |
| PT20-5 | 22/11/2018 | 20/12/2018 | 28 | 15.1 | 15.1 | 15.1 | 30.3 | 30.4 | 30.35 | 2.01 | OK | 179.1 | 36130 | 201.76 | 96.07% | 100% | CONO Y CORTE | NO CUMPLE | |





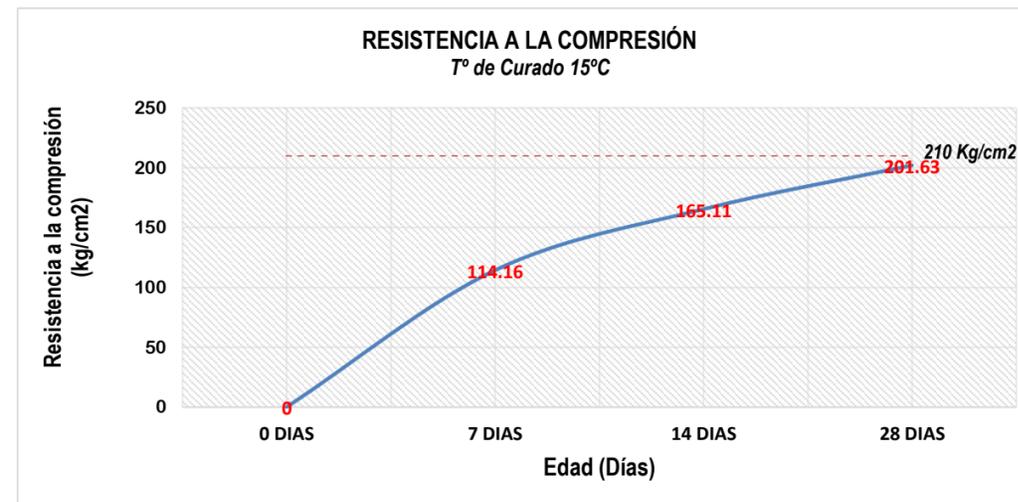
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS
 ASTM C-39-NTP 339.034

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------|-----------------------------|--|
| OBRA : | Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018 | | | | | | | | | | RESPONSABLE : | Arq. Jose German RAMIREZ M. | |
| SOLICITANTE : | Bach. Luis Roberto ROJAS SILVA | | | | | | | | | | ING.RESP. : | Ing. Eric CHAVEZ RIOS | |
| UBICACIÓN : | Yanahuanca - Pasco - Pasco | | | | | | | | | | FECHA : | 24/12/2018 | |
| | | | | | | | | | | | FORMATO : | F-01 | |

RESISTENCIA DE DISEÑO 210 Kglcm2

T 15°C

| N° DE CILINDRO | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | DIAMETRO (Cm) | | | ALTURA (Cm) | | | RELACIÓN DE ESBELTÉZ L/D=2 | CORRECCIÓN DE ESBELTEZ | AREA cm | CARGA (Kg-f) | RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2) | % DE RESISTENCIA OBTENIDA | % DE RESISTENCIA ESPECIFICADA | TIPO DE FALLA | OBSERVACIONES | PROMEDIO |
|----------------|----------------------|-----------------|-------------|---------------|------|----------|-------------|-------|----------|----------------------------|------------------------|---------|--------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------|---------------|----------|
| | | | | N°1 | N°2 | PROMEDIO | N°1 | N°2 | PROMEDIO | | | | | | | | | | |
| PT15-1 | 21/11/2018 | 28/11/2018 | 7 | 15.2 | 15.1 | 15.15 | 29.9 | 30.0 | 29.95 | 1.98 | OK | 180.3 | 20580 | 114.16 | 54.36% | 70% | CONO | NO CUMPLE | 114.16 |
| PT15-2 | 21/11/2018 | 05/12/2018 | 14 | 15.3 | 15.1 | 15.2 | 30.4 | 30.4 | 30.40 | 2.00 | OK | 181.5 | 29960 | 165.11 | 78.62% | 85% | COLUMNA | NO CUMPLE | 165.11 |
| PT15-3 | 21/11/2018 | 19/12/2018 | 28 | 15.1 | 15.1 | 15.1 | 29.8 | 30.00 | 29.90 | 1.98 | OK | 179.1 | 36140 | 201.81 | 96.10% | 100% | CONO Y CORTE | NO CUMPLE | 201.63 |
| PT15-4 | 21/11/2018 | 19/12/2018 | 28 | 15.1 | 15.2 | 15.15 | 30.5 | 30.5 | 30.50 | 2.01 | OK | 180.3 | 35890 | 199.09 | 94.81% | 100% | CONO Y CUARTEO | NO CUMPLE | |
| PT15-5 | 21/11/2018 | 19/12/2018 | 28 | 15.1 | 15.1 | 15.1 | 30.3 | 30.4 | 30.35 | 2.01 | OK | 179.1 | 36530 | 203.99 | 97.14% | 100% | CONO Y CORTE | NO CUMPLE | |

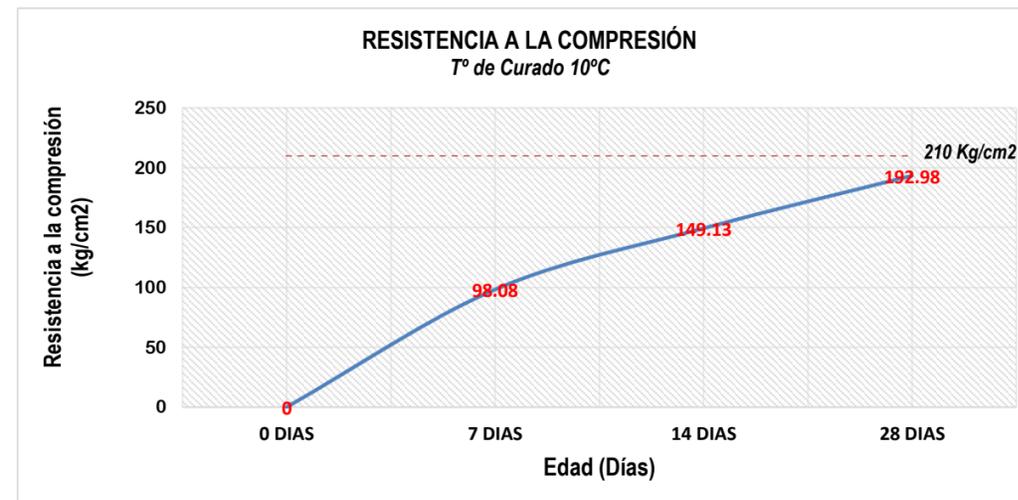




RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS
 ASTM C-39-NTP 339.034

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------|-----------------------------|--|
| OBRA : | Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018 | | | | | | | | | | RESPONSABLE : | Arq. Jose German RAMIREZ M. | |
| SOLICITANTE : | Bach. Luis Roberto ROJAS SILVA | | | | | | | | | | ING.RESP. : | Ing. Eric CHAVEZ RIOS | |
| UBICACIÓN : | Yanahuanca - Pasco - Pasco | | | | | | | | | | FECHA : | 23/12/2018 | |
| | | | | | | | | | | | FORMATO : | F-01 | |

| RESISTENCIA DE DISEÑO 210 Kglcm ² | | | | | | | | | | T 10°C | | | | | | | | | |
|--|----------------------|-----------------|-------------|---------------|------|----------|-------------|-------|----------|----------------------------|------------------------|---------|--------------|--|---------------------------|-------------------------------|----------------|---------------|----------|
| N° DE CILINDRO | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | DIAMETRO (Cm) | | | ALTURA (Cm) | | | RELACIÓN DE ESBELTÉZ L/D=2 | CORRECCIÓN DE ESBELTEZ | AREA cm | CARGA (Kg-f) | RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²) | % DE RESISTENCIA OBTENIDA | % DE RESISTENCIA ESPECIFICADA | TIPO DE FALLA | OBSERVACIONES | PROMEDIO |
| | | | | N°1 | N°2 | PROMEDIO | N°1 | N°2 | PROMEDIO | | | | | | | | | | |
| PT10-1 | 20/11/2018 | 27/11/2018 | 7 | 15.2 | 15.1 | 15.15 | 29.9 | 30.0 | 29.95 | 1.98 | OK | 180.3 | 17680 | 98.08 | 46.70% | 70% | CONO | NO CUMPLE | 98.08 |
| PT10-2 | 20/11/2018 | 04/12/2018 | 14 | 15.1 | 15.3 | 15.2 | 30.4 | 30.4 | 30.40 | 2.00 | OK | 181.5 | 27060 | 149.13 | 71.01% | 85% | COLUMNA | NO CUMPLE | 149.13 |
| PT10-3 | 20/11/2018 | 18/12/2018 | 28 | 15 | 15.1 | 15.05 | 29.8 | 30.00 | 29.90 | 1.99 | OK | 177.9 | 32140 | 180.67 | 86.03% | 100% | CONO Y CORTE | NO CUMPLE | |
| PT10-4 | 20/11/2018 | 18/12/2018 | 28 | 15.2 | 15.4 | 15.3 | 30.5 | 30.5 | 30.50 | 1.99 | OK | 183.9 | 32890 | 178.89 | 85.19% | 100% | CONO Y CUARTEO | NO CUMPLE | 192.98 |
| PT10-5 | 20/11/2018 | 18/12/2018 | 28 | 15.3 | 15.5 | 15.4 | 30.3 | 30.4 | 30.35 | 1.97 | OK | 186.3 | 40860 | 219.37 | 104.46% | 100% | CONO Y CORTE | SI CUMPLE | |





RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS
 ASTM C-39-NTP 339.034

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS | | | |
|---|--|--------------------|-----------------------------|
| OBRA | Análisis de la influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión en elementos estructurales y parámetros mecánicos (Modulo Elasticidad y Coeficiente de Poisson) en la ciudad de Yanahuanca – Daniel Alcides Carrión - 2018 | RESPONSABLE | Arq. Jose German RAMIREZ M. |
| SOLICITANTE | Bach. Luis Roberto ROJAS SILVA | ING.RESP. | Ing. Eric CHAVEZ RIOS |
| UBICACIÓN | Yanahuanca - Pasco - Pasco | FECHA | 22/12/2018 |
| | | FORMATO | F-01 |

RESISTENCIA DE DISEÑO 210 *Kg/cm2*

| N° DE CILINDRO | FECHA DE ELABORACIÓN | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | DIAMETRO (Cm) | | | ALTURA (Cm) | | | RELACIÓN DE ESBELTÉZ L/D=2 | CORRECCIÓN DE ESBELTEZ | AREA cm | CARGA (Kg-f) | RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2) | % DE RESISTENCIA OBTENIDA | % DE RESISTENCIA ESPECIFICADA | TIPO DE FALLA | OBSERVACIONES | PROMEDIO |
|----------------|----------------------|-----------------|-------------|---------------|------|--------------|-------------|-------|--------------|----------------------------|------------------------|---------|--------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------|---------------|----------|
| | | | | N°1 | N°2 | PROMEDIO | N°1 | N°2 | PROMEDIO | | | | | | | | | | |
| PA1 | 19/11/2018 | 26/11/2018 | 7 | 15.2 | 15.1 | 15.15 | 29.9 | 30.0 | 29.95 | 1.98 | OK | 180.3 | 27920 | 154.88 | 73.75% | 70% | CONO | SI CUMPLE | 154.88 |
| PA2 | 19/11/2018 | 03/12/2018 | 14 | 14.8 | 14.9 | 14.85 | 30.4 | 30.4 | 30.40 | 2.05 | OK | 173.2 | 33760 | 194.92 | 92.82% | 85% | COLUMNA | SI CUMPLE | 194.92 |
| PA3 | 19/11/2018 | 17/12/2018 | 28 | 15.3 | 15.1 | 15.2 | 29.8 | 30.00 | 29.90 | 1.97 | OK | 181.5 | 42140 | 232.23 | 110.59% | 100% | CONO Y CORTE | SI CUMPLE | |
| PA4 | 19/11/2018 | 17/12/2018 | 28 | 15.5 | 15.5 | 15.5 | 30.5 | 30.5 | 30.50 | 1.97 | OK | 188.7 | 42890 | 227.30 | 108.24% | 100% | CONO Y CUARTEO | SI CUMPLE | 224.90 |
| PA5 | 19/11/2018 | 17/12/2018 | 28 | 15.2 | 15.9 | 15.55 | 30.3 | 30.4 | 30.35 | 1.95 | OK | 189.9 | 40860 | 215.15 | 102.45% | 100% | CONO Y CORTE | SI CUMPLE | |

