UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE CUTERVO, PROVINCIA DE CUTERVO – CAJAMARCA"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Autor: Bach. HILMER JOSELITO LEIVA GOICOCHEA

Asesor: Ing. ZADITH NANCY GARRIDO CAMPAÑA

JAÉN – PERÚ, JUNIO, 2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE CUTERVO, PROVINCIA DE CUTERVO – CAJAMARCA"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Autor: Bach. HILMER JOSELITO LEIVA GOICOCHEA

Asesor: Ing. ZADITH NANCY GARRIDO CAMPAÑA

JAÉN – PERÚ, JUNIO, 2021

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 16 de setiembre del año 2021, siendo las 16:30 horas, se reunieron de manera virtual los integrantes del Jurado:

Presidente : Dr. Manuel Emilio Milla Pino
Secretario : M.Sc. Christiaan Zayed Apaza Panca
Vocal : Mg. Juan Alberto Contreras Moreto

Para evaluar la Sustentación del Informe Final:

( ) Trabajo de Investigación
(**X**) Tesis
( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: ***"INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DEL AGUA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE CUTERVO, PROVINCIA DE CUTERVO – CAJAMARCA"***, presentado por el bachiller ***Hilmer Joselito Leiva Goicochea,*** de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(**X**) Aprobar ( ) Desaprobar (**X**) Unanimidad ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

a)	Excelente	18, 19, 20	( )
b)	Muy bueno	16, 17	( )
c)	Bueno	14, 15	(15)
d)	Regular	13	( )
e)	Desaprobado	12 ò menos	( )

Siendo las 17:30 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Dr. Manuel Emilio Milla Pino
Presidente

M.Sc. Christiaan Zayed Apaza Panca
Secretario

Mg. Juan Alberto Contreras Moreto
Vocal

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN 11
1.1. ANTECEDENTES 11
1.2. PROBLEMA O PROPÓSITO 12
1.3. JUSTIFICACIÓN 13
1.4. MARCO TEÓRICO 14
1.4.1. Concreto 14
1.4.2. Agua de mezcla 15
1.4.3. Temperatura del concreto fresco 15
1.4.4. Tipos de agua en la mezcla 15
1.4.4.1. Agua de hidratación 16
1.4.4.2. Agua evaporable 16
1.4.5. Tipos de cemento 16
1.4.6. Agregados 16

II. OBJETIVOS 17
2.1. OBJETIVO GENERAL 17
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 17

III. MATERIALES Y MÉTODOS 18
3.1. OBJETO DE ESTUDIO 18
3.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 18
3.2.1. Ubicación política y geográfica del lugar de ejecución 18
3.2.2. Descripción Climatológica 19
3.2.3. Ubicación de las Canteras de Estudio 19
3.3. MÉTODOS 21
3.3.1. Método de Investigación 21
3.3.2. Variables 21
3.3.3. Tipo de Investigación 21
3.3.4. Diseño Experimental 22
3.3.5. Procedimiento estadístico 23
3.4. MUESTREO 24
3.5. UNIVERSO 24
3.6. MUESTRA 24
3.7. FUENTES DE INFORMACIÓN 25
3.8. TÉCNICAS 25
3.8.1. Observación 25
3.8.2. Ensayo en agregados 25

3.8.3. Ensayos en concreto fresco ... *26*
3.8.4. Ensayos en Concreto Endurecido ... *27*
3.9. PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS ... 27
3.9.1. Características Físicas de los Agregados ... *27*
3.9.1.1. Características Físicas del Agregado Fino ... 27
3.9.1.1.1. Reducción del Agregado Fino (Cuarteo) ... 27
3.9.1.1.2. Granulometría del agregado fino. ... 28
3.9.1.1.3. Peso específico y absorción del agregado fino ... 32
3.9.1.1.4. Contenido de humedad del agregado fino ... 35
3.9.1.1.5. Peso unitario del agregado fino ... 36
3.9.1.1.6. Cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200 ... 38
3.9.1.2. Características físicas del agregado grueso ... 39
3.9.1.2.1. Reducción del agregado grueso ... 39
3.9.1.2.2. Granulometría del agregado grueso ... 40
3.9.1.2.3. Peso específico y absorción del agregado grueso ... 42
3.9.1.2.4. Contenido de humedad del agregado grueso ... 44
3.9.1.2.5. Peso unitario del agregado grueso ... 45
3.9.2. Procedimiento en el diseño de mezclas ... *47*
3.9.3. Procedimientos de ensayos en concreto freso ... *58*
3.9.3.1. Contenido de aire en la mezcla ... 58
3.9.3.2. Asentamiento de la mezcla ... 60
3.9.3.3. Temperatura de la mezcla ... 61
3.9.3.4. Temperatura en materiales ... 61
3.9.3.5. Peso unitario del concreto fresco ... 63
3.9.3.6. Elaboración de muestras de concreto ... 64
3.9.4. Procedimientos de ensayos en concreto endurecido ... *64*
3.9.4.1. Peso unitario del concreto endurecido ... 64
3.9.4.2. Resistencia a la compresión ... 65
3.9.5. Procedimiento estadístico de los datos ... *70*
IV. RESULTADOS ... 78
4.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS ... 78
4.1.1. Características físicas del agregado fino ... *78*
4.1.2. Características físicas del agregado grueso ... *79*
4.2. DISEÑO DE MEZCLAS ... 79
4.3. ENSAYOS EN CONCRETO FRESCO ... 80
4.3.1. Temperatura de la mezcla ... *80*
4.3.2. Contenido de aire en la mezcla ... *81*
4.3.3. Asentamiento de la mezcla ... *82*
4.3.4. Peso unitario del concreto fresco ... *82*

4.4. ENSAYOS EN CONCRETO ENDURECIDO 83
4.4.1. Peso unitario del concreto endurecido 83
4.4.2. Resistencia a la compresión en muestras de concreto 83
4.4.2.1. Ensayo a compresión en muestras de concreto a los 7 días de edad 84
4.4.2.2. Ensayo a compresión en muestras de concreto a los 14 días de edad 85
4.4.2.3. Ensayo a compresión en muestras de concreto a los 21 días de dad 86
4.4.2.4. Ensayo a compresión en muestra de concreto a los 28 días de edad 87
4.5. RESULTADO DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO 88
4.5.1. Análisis de varianza para un diseño en bloque 88
4.5.2. Análisis Pos ANVA o de Comparaciones Múltiples 88
4.6. COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES POR TRATAMIENTOS 90
4.6.1. Comparación de propiedades en concreto fresco 90
4.6.2. Comparación de propiedades en concreto endurecido 91
V. DISCUSIÓN 93
5.1. DISCUSIÓN DE LA TEMPERATURA DE LA MEZCLA DE CONCRETO 93
5.2. ASENTAMIENTO DE LA MEZCLA DE CONCRETO 93
5.3. CONTENIDO DE AIRE EN LA MEZCLA DE CONCRETO. 93
5.4. PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO 93
5.5. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 94
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 96
6.1. CONCLUSIONES 96
6.2. RECOMENDACIONES 97
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 98

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: TIPOS DE CEMENTO Y SUS CARACTERÍSTICAS 16
TABLA 2: DISTRIBUCIÓN DE LAS MUESTRAS DE CONCRETO POR TRATAMIENTO. 25
TABLA 3: ENSAYOS PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS. 26
TABLA 4: ENSAYOS PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO 26
TABLA 5: ENSAYOS PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO. 27
TABLA 6: REVENIMIENTO RECOMENDADO PARA ELABORACIÓN DE ESTRUCTURAS 48
TABLA 7: PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS 49
TABLA 8: RELACIÓN AGUA/CEMENTO 50
TABLA 9: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA. 51
TABLA 10: CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO. 51
TABLA 11: VOLUMEN UNITARIO DE AGREGADO GRUESO. 52
TABLA 12: CANTIDAD DE MATERIALES REQUERIDOS POR UNIDAD DE METRO CÚBICO. 56
TABLA 13: VOLUMEN DE CONCRETO REQUERIDO POR TRATAMIENTO. 57
TABLA 14: CANTIDAD DE MATERIALES REQUERIDOS EN LA INVESTIGACIÓN POR TRATAMIENTO. 58
TABLA 15: FACTORES DE CORRECCIÓN POR RELACIÓN LONGITUD/DIÁMETRO 66
TABLA 16 : RANGO ACEPTABLE EN FUERZA INDIVIDUAL DE CILINDROS 67
TABLA 17: VERIFICACIÓN DE MUESTRAS POR: RELACIÓN LONGITUD/DIÁMETRO. 68
TABLA 18: VERIFICACIÓN DE MUESTRAS POR: VARIACIÓN DE DIÁMETRO. 68
TABLA 19: VERIFICACIÓN DE MUESTRAS POR: VARIACIÓN DE RESISTENCIA. 69
TABLA 20: RESUMEN DE RESULTADO EN MUESTRAS DE CONCRETO. 69
TABLA 21: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO FINO, CANTERA "SAN FELIPE". 78
TABLA 22: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO FINO, CANTERA "COCHABAMBA". 78
TABLA 23: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO, CANTERA "RODIOPAMPA". 79
TABLA 24: DATOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS. 79
TABLA 25: RESULTADO DE MATERIALES REQUERIDOS PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO. 79
TABLA 26: RESULTADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DE EDAD. 84
TABLA 27: RESULTADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DE EDAD 85
TABLA 28: RESULTADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 21 DÍAS DE EDAD. 86
TABLA 29: RESULTADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DE EDAD. 87





ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: EFECTOS DE LA TEMPERATURA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO..... 12

FIGURA 2: PROBLEMÁTICA POR FALTA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN OBRAS VIALES..... 14

FIGURA 3: UBICACIÓN DEL PROYECTO. 18

FIGURA 4: TEMPERATURAS DE AMBIENTE MÍNIMAS REGISTRADAS. 19

FIGURA 5: CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA CIUDAD DE CUTERVO. 19

FIGURA 6: UBICACIÓN DE LA CANTERA "SAN FELIPE"..... 20

FIGURA 7: UBICACIÓN DE LA CANTERA "COCHABAMBA". 20

FIGURA 8: UBICACIÓN DE LA CANTERA "RODIOPAMPA". 21

FIGURA 9: ENSAYO REDUCCIÓN DE AGREGADO FINO..... 28

FIGURA 10: CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA CANTERA "SAN FELIPE"..... 29

FIGURA 11: GRANULOMETRÍA AGREGADO FINO DE LA CANTERA “SAN FELIPE” EN LÍMITES GRANULOMÉTRICOS..... 30

FIGURA 12: ENSAYO GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO, CANTERA “SAN FELIPE”..... 30

FIGURA 13: CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO DE LA CANTERA "COCHABAMBA". 31

FIGURA 14: GRANULOMETRÍA AGREGADO FINO DE LA CANTERA “COCHABAMBA “EN LÍMITES GRANULOMÉTRICOS. 32

FIGURA 15: ENSAYO GRANULOMETRÍA DEL AGREGA FINO, CANTERA “COCHABAMBA”. 32

FIGURA 16: ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO. 35

FIGURA 17: ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO. 36

FIGURA 18: ENSAYO PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO FINO. 38

FIGURA 19: ENSAYO CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA LA MALLA N° 200 39

FIGURA 20: ENSAYO REDUCCIÓN DE AGREGADO GRUESO 40

FIGURA 21: CURVA GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO, CANTERA “RODIOPAMPA”. 41

FIGURA 22: GRANULOMETRÍA AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA “RODIOPAMPA” EN LÍMITES GRANULOMÉTRICOS. 42

FIGURA 23: ENSAYO GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO. 42

FIGURA 24: ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO..... 44

FIGURA 25: ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO..... 45

FIGURA 26: ENSAYO PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO GRUESO..... 47

FIGURA 27: REPRESENTACIÓN PORCENTUAL DE MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE UN METRO CÚBICO..... 56

FIGURA 28: ENSAYO CONTENIDO DE AIRE EN LA MEZCLA 59

FIGURA 29: ENSAYO ASENTAMIENTO EN LA MEZCLA..... 61

FIGURA 30: ENSAYO TEMPERATURA DE LA MEZCLA 61

FIGURA 31: TEMPERATURA EN LOS MATERIALES..... 62

FIGURA 32: ENSAYO TEMPERATURA EN LOS MATERIALES..... 62

FIGURA 33: ENSAYO PESO UNITARIO CONCRETO FRESCO 64

FIGURA 34: ENSAYO PESO UNITARIO CONCRETO ENDURECIDO..... 65

FIGURA 35: RUPTURAS TÍPICAS EN MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO 67

FIGURA 36: REPRESENTACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL TRATAMIENTO 1 A LOS 7 DÍAS 70





FIGURA 37: ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO. 70
FIGURA 38: TEMPERATURA DE LA MEZCLA POR TRATAMIENTO 80
FIGURA 39: CONTENIDO DE AIRE EN LA MEZCLA POR TRATAMIENTO. 81
FIGURA 40: ASENTAMIENTO DE LA MEZCLA POR TRATAMIENTO. 82
FIGURA 41: PESO UNITARIO CONCRETO FRESCO. 82
FIGURA 42: PESO UNITARIO CONCRETO ENDURECIDO 83
FIGURA 43: RESUMEN DE PROPIEDADES EN CONCRETO FRESCO 90
FIGURA 44: RESUMEN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 91





RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la ciudad de Cutervo, cuyo objetivo principal, fue determinar la influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto; para el cual, se conformó muestras usando agua a temperatura de 10° C, 23 °C, 39 °C, 45° C y 55° C; y teniendo una temperatura ambiente de 12 °C. Analizando los resultados obtenidos a los 28 días de edad, se puede verificar que las muestras con agua entre los 39 °C y los 55 °C, alcanzaron desarrollar la mayor resistencia, siendo de estas la más sobresaliente de 231.255 kg/cm2. Muy por el contrario, las muestras que fueron conformadas con agua a 10 °C obtuvieron una resistencia a la compresión a los 28 días de 205.397 kg/cm2; lo que quiere decir, que no alcanzó la resistencia de diseño (210.00 kg/cm2); notándose entonces, que la temperatura del agua, que incide en la temperatura de la mescla de concreto, afecta significativamente en la resistencia a la compresión del concreto. Por ende, una manera de solucionar este problema es elevando la temperatura del agua de mezcla y también haciendo un control exhaustivo de la temperatura de mezcla para garantizar resultados favorables cuando el concreto se encuentre en estado endurecido; dicha temperatura de mescla, se debe controlar que se encuentre entre los 20.80 °C y 27.20 °C; pues, es a este rango donde se obtuvieron los mejores resultados en cuanto a la resistencia ala compresión.

Palabras clave: Temperatura del agua, temperatura del concreto, resistencia a la compresión.





ABSTRACT

This research was developed in Cutervo city, its principal objective was determine the influence of water temperature in the resistance to concrete compression; for which, it was knocked into shape the samples by using water at 10° C, 23° C, 39° C, 45° C, and 55° C temperature; and having an environmental temperature of 12° C. By analyzing the obtained results at the age of 28 days, it can be verify that samples with water between 39° C and 55° C reached to develop the greatest resistance, being in these, the most outstanding of 231.255 kg/cm2. On the other hand, the samples which were knocked into shape with water at 10 °C obtained resistance to compression at 28 days of 205.397 kg/cm2; it means that, it didn´t reach the resistance of design (210.00 kg/cm2); so, by noticing that water temperature, which has an impact on the temperature of concrete mixture, affects significantly to resistance of concrete temperature. As a result, a way of solving this problem is by increasing the temperature of water mixture and doing an exhaustive control of mixture to guarantee positive results when concrete is hardened; this temperature is mixed, it must be controlled to be at 20.80 °C and 27.20 °C: so, it is the rank where we obtained the best results related to the resistence to compression.

Key words: Water temperatura, concrete temperatura, resistance to compression.





I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

También, Huaricancha (2018) en su investigación que tiene por título: "Influencia de la temperatura ambiente en la resistencia a la compresión del concreto f'c=210.00 kg/cm^2 en más de 4380 msnm Yanacancha – Pasco". Tuvo como objetivo de hacer una evaluación de la influencia que tiene la temperatura ambiente en la resistencia a la compresión del concreto usando una resistencia de f'c=210.00 kg/cm2. Dicha investigación se desarrolló a una altitud de 4380 msnm, en la ciudad de Yanacancha, Pasco; los agregados usados se obtuvieron de la cantera Cochamarca. Ensayando los especímenes, se concluye; que los que fueron elaborados a una temperatura ambiente de 0 °C, a los 28 días de edad no alcanzaron la resistencia a la compresión de diseño, obtenido en el ensayo f'c = 202 kg/cm2, los especímenes, cuya mezcla fue elaborada con temperatura ambiente de 5 °C, a los 28 días de edad alcanzó superar la resistencia a la compresión de diseño, obteniendo una resistencia a la compresión de f'c = 214 kg/cm2 y los especímenes, cuya mezcla fue elaborada con temperatura ambiente 7 °C, a los 28 días de edad alcanzo superar la resistencia a la compresión de diseño, obteniendo una resistencia a la compresión de f'c = 224 kg/cm2.

Prieto y Morales (2015), en su investigación que lleva por título, "Análisis de la influencia de factores ambientales en la resistencia a la compresión del hormigón armado", da a conocer lo siguiente: en esta investigación se realizaron estudios en base a dos variables que son la temperatura y la humedad relativa. Donde, haciendo un análisis de los resultados sobre estas variables, se demuestra que ambas afectan significativamente a la variable resistencia. Pero, de estas la primera es más sensible; es decir, que la variable temperatura afecta significativamente la resistencia a la compresión del concreto. A lo que recomienda que en caso de utilizar solamente una variable como parámetro de control esta debería ser la temperatura.

Por último, **Castro (2014),** es su investigación que tiene por título "Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto f'c=210 kg/cm^2

utilizando agregados del rio cajamarquino". Esta investigación tuvo como objetivo principal, determinar la influencia que tiene la temperatura del agua al momento de la preparación del concreto en la resistencia a la compresión a una edad de 28 días. Cuyas temperaturas usadas variaron entre los 4 °C y los 80 °C. Este trabajo se realizó entre los meses de agosto y noviembre. Los cilindros o testigos de concreto fueron conformados con agua a temperatura de 4 °C, 18.5 °C (temperatura ambiental), 40 °C, 60 °C y 80 °C respectivamente, el tiempo de fraguado de las muestras fue de 7, 14, 21 y 28 días, donde es estos días también fueron sometidos a pruebas de resistencia a la compresión y se estudió su comportamiento. En cuanto a los resultados, se puede observar que las muestras que alcanzaron una mayor resistencia a la compresión fue con agua a temperatura de 60 °C, ya que fueron muy favorables los resultados con la preparación de la misma. Con esto podemos concluir que la temperatura del agua afecta en la resistencia a la compresión del concreto.

1.2. Problema o propósito

En la elaboración de concreto, la norma ASTM C 511 recomienda que: la temperatura ambiente debe de estar comprendida entre 23 ± 4 °C y la temperatura del agua debe encontrarse entre 23 ± 2 °C; siendo entonces, las recomendaciones ideales para la elaboración de concreto.

También, Kosmatka, Kerkhoff, Panarese y Tanesi, argumentan que la temperatura tiene influencia en la resistencia inicial del concreto; la cual, se puede evidenciar en la siguiente imagen y se difiere que a una temperatura de 10 °C se obtuvo una menor resistencia comparada con una temperatura de 32 °C.

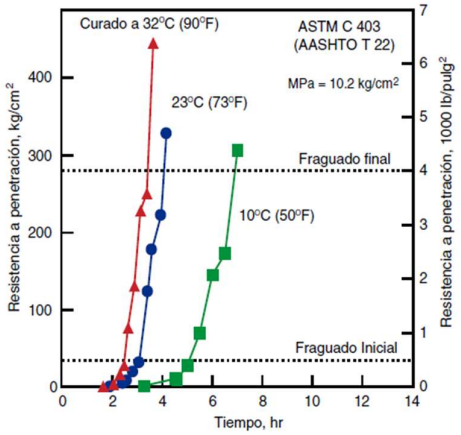


Figura 1: Efectos de la temperatura en la resistencia a la compresión del concreto.
Fuente: Kosmatka, Kerkhoff, Panarese y Tanesi.

En efecto, evaluando las condiciones climáticas que ofrece la ciudad de Cutervo, nótese que son desfavorables para la elaboración de concreto; puesto que, la temperatura ambiente tiende a variar entre los 8 °C hasta los 20 °C, trayendo consigo, alteraciones en la resistencia a la compresión del concreto provocando así, falta de resistencia en los elementos estructurales que son conformado a base de este material.

Por tal motivo, para solucionar esto se plantea cambiar la temperatura de la mezcla de concreto y evaluar la resistencia a la compresión; para lograrlo, se plantea cambiar la temperatura de agua de mezcla; puesto que, según Sánchez (2001), la temperatura de la mezcla de concreto, depende del aporte calorífico de cada material y el agua aporta aproximadamente 1.00 kcal/kg/°C y al ser comparado con los demás materiales como el cemento: 0.20 kcal/kg/°C y los agregados: 0.20 kcal/kg/°C, viene hacer este el material que más calorías aporta en la mezcla de concreto. También, se considera manipular la temperatura del agua porque tiene la propiedad de cambiar con mayor rapidez de temperatura.

Resumiendo, el problema se plantea en términos de la siguiente pregunta: ¿Cuál es la influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, Provincia de Cutervo - Cajamarca?

1.3. Justificación

En los últimos años, se viene evidenciando un notable crecimiento en las ciudades. La ciudad de Cutervo, no es ajeno a estos cambios poblacionales; en la cual, se puede evidenciar una tendencia a las nuevas construcciones; que tiene como principal característica que son elaboradas a base de concreto.

En cuanto a la elaboración de concreto, la norma ASTM C 511, señala que se debe tener en cuenta algunas recomendaciones para la elaboración de concreto, como son: la temperatura del ambiente (23 ± 4 °C) y la temperatura del agua (23 ± 4 °C); las cuales, no se toman en cuenta cuando se está elaborando concreto, lo que genera alteraciones en la resistencia a la compresión del concreto en su estado endurecido.

Cutervo, es una de las provincias del departamento de Cajamarca, que tiene como característica las bajas temperaturas ambientales. Las cuales, según reportes del Servicio

Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi), la temperatura ambiente para la ciudad de Cutervo varía entre 8 °C a 20 °C.

Por lo cual, las condiciones climáticas que ofrece la ciudad de Cutervo; no son las más óptimas que recomienda la norma ASTM C 511 para elaborar concreto, trayendo consigo problemas y comprometiendo la vida útil de las construcciones o edificaciones, por falta de resistencia a la compresión en sus elementos estructurales.

Es por ello, que la presente investigación tiene como finalidad de establecer un rango o intervalo en la temperatura del agua de mezcla; en la cual, el concreto pueda alcanzar la máxima resistencia a la compresión. Solucionando así, los problemas en las construcciones o edificaciones por falta de resistencia en sus elementos estructurales, que son provocados por las condiciones climática adversas (bajas temperaturas) que ofrece la ciudad de Cutervo.



Figura 2: Problemática por falta de resistencia a la compresión en obras viales

1.4. Marco teórico

1.4.1. Concreto

Según **Rivva (2000)** señala que 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" (p. 8).

También **Abanto (2009),** define a concreto como, "Una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia" (p. 11).

1.4.2. Agua de mezcla

"El agua es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y las propiedades del concreto endurecido" (Abanto, 2009, p. 21).

También, Rivva (2000), señala que el agua al ser mesclada con el concreto, esta provoca una reacción química logrando así:

- La formación del gel.
- Permitir que la masa adquiera las propiedades, las cuales: en estado no endurecido faciliten una adecuada manipulación y colocación de la misma y en estado endurecido la conviertan en un producto con las propiedades y características deseadas.

1.4.3. Temperatura del concreto fresco

Según Sánchez (2001) nos da a conocer:

> La temperatura del concreto fresco depende del aporte calorífico de cada uno de sus componentes ya que la influencia de cada material depende de su calor específico, de su masa y su temperatura. Además, del calor liberado por la hidratación del cemento, la energía añadida durante el mezclado y el calor absorbido o entregado por el medio ambiente. (p. 124)
>
> Donde, el calor específico (C), está definido como la cantidad de calorías necesarias para que la unidad de masa de un cuerpo eleve su temperatura en 1 °C. Siendo el agua el elemento que aporta más calorías a la mezcla de concreto (Cemento y agregados 0.20 kcal/kg/°C, agua 1 kcal/kg/°C). (p. 124)

1.4.4. Tipos de agua en la mezcla

Como es sabido, en la elaboración de concreto uno de los principales componentes es el agua de mezcla; ahora bien, este elemento lo podemos encontrar en dos formas básicas, agua de hidratación y agua evaporable.

1.4.4.1. Agua de hidratación

"Es aquella parte del agua original de mezclado que reacciona químicamente con el cemento para pasar a formar parte de la fase solida del gel". (Sánchez, 2001, p. 58)

1.4.4.2. Agua evaporable

"El gel, ejerce una atracción molecular sobre una parte del agua evaporable y la mantiene atraída y de acuerdo a su proximidad con este, lo podemos encontrar en tres formas distintas. Agua de absorción, se halla fuertemente adherida a la superficie del gel por fuerzas intermoleculares de atracción. Agua capilar, esta se encuentra en los poros capilares de la pasta y el agua libre, es la parte del agua que se encuentra fuera de la influencia de las fuerzas de la superficie del gel; con la cual, esta se puede movilizarse y puede evaporarse con mucha facilidad". (Sánchez, 2001, p. 59)

1.4.5. Tipos de cemento

Los tipos de cemento, se obtienen al cambiar su composición química y sus propiedades físico – mecánicas, esto debido a que, las condiciones son variables de un lugar al otro.

Tabla 1:
Tipos de Cemento y sus características

Tipo de cemento	Características
Cemento Portland Tipo I	Es destinado a obras de hormigón en general, al que no se le exige propiedades especiales.
Cemento Portland Tipo II	Es el destinado en general a obras de hormigón expuestas a la acción moderada de sulfatos y a obras en donde se requiere moderado calor de hidratación.
Cemento Portland Tipo III	Es aquel que desarrolla bajo calor de hidratación.
Cemento Portland Tipo IV	Es aquel desarrolla un bajo calor de hidratación.
Cemento Portland Tipo V	Es aquel ofrece alta resistencia a la acción de os sulfatos.

Fuente: Sánchez

1.4.6. Agregados

"Los agregados o áridos son aquellos materiales inertes, de forma, granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento en presencia del agua conforman un todo compacto conocido como concreto u hormigón". (Sánchez, 2001, p. 65)

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Determinar la influencia que tiene la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, Provincia de Cutervo - Cajamarca

2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar físicamente los agregados.
- Diseñar las mezclas con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm2.
- Determinar las propiedades del concreto fresco y endurecido, usando agua de mezcla a 10 °C, 23 °C, 39 °C, 47 °C y 55 °C.
- Comparar las propiedades del concreto fresco y endurecido, en muestras elaboradas con agua de mezcla a 10 °C, 23 °C, 39 °C, 47 °C y 55 °C.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Objeto de Estudio

El objeto de estudio de la presente investigación fue la evaluación de la resistencia a la compresión en el concreto. Para realizar esta evaluación, se conformó muestras cilíndricas de concreto, con agua de mezcla a diferentes temperaturas.

3.2. Descripción del Área de Estudio

3.2.1. Ubicación política y geográfica del lugar de ejecución

La siguiente investigación se realizó en la urbanización Santa Celia, perteneciente a la ciudad de Cutervo, comprensión del distrito y provincia de Cutervo, del departamento de Cajamarca. La cual, presenta una altitud de 2645 m.s.n.m. y cuyas coordenadas UTM según Datum WGS - 84 son las siguientes:

- Este: 741532.30
- Norte: 9293511.70

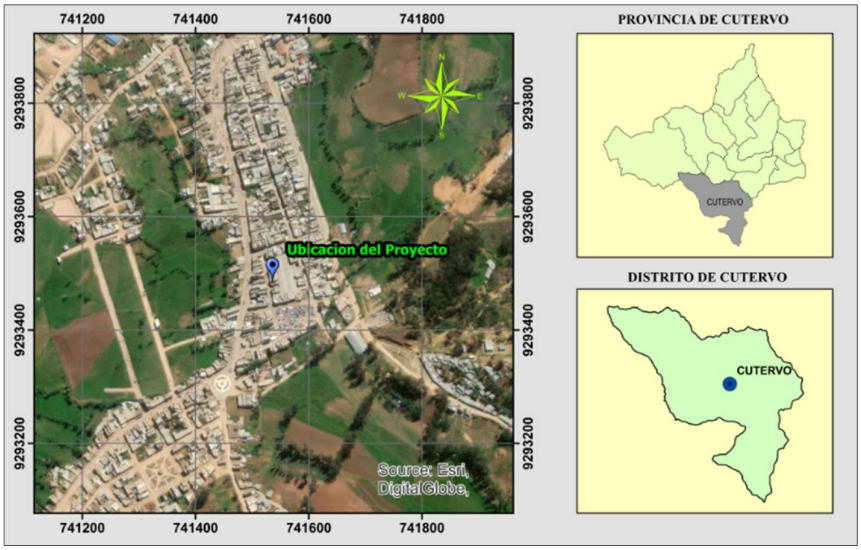


Figura 3: Ubicación del Proyecto.

3.2.2. Descripción Climatológica

En las zonas ubicadas hacia la región norte, provincias de San Ignacio, Jaén, Cutervo, Chota y Santa Cruz, ubicadas a una altitud de 1000 a 2500 m.s.n.m. respecto al sur, la Temperatura mínima de categoría severa (TMS) presenta valores comprendidas entre 8.1 °C a 14 °C (CENEPRED, 2015)

También; el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi), muestra a través de su página web, los datos registrados en la "Estación Cutervo"; los cuales, corresponden a las temperaturas mínimas registradas en esta ciudad y se muestran a continuación.

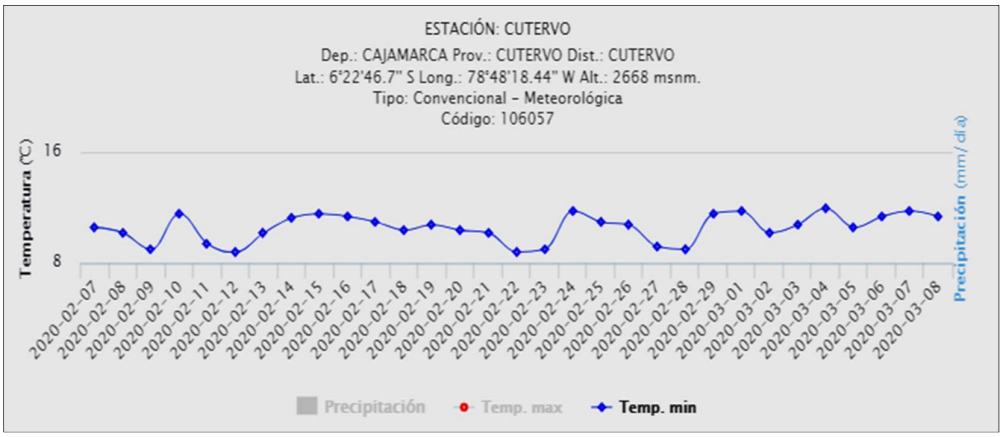


Figura 4: Temperaturas de ambiente mínimas registradas.
Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi).



Figura 5: Condiciones Climáticas de la Ciudad de Cutervo.

3.2.3. Ubicación de las Canteras de Estudio

Los lugares de extracción de los materiales para la elaboración de concreto, corresponden a áreas de comunidades cercanas a la ciudad de Cutervo, las mismas que se denominan en función al lugar de donde extraen.

La cantera de extracción del agregado fino, se ubicó en la comunidad de San Felipe, cuya ubicación se encuentra en el distrito de Cutervo y se ve representada en la siguiente imagen:

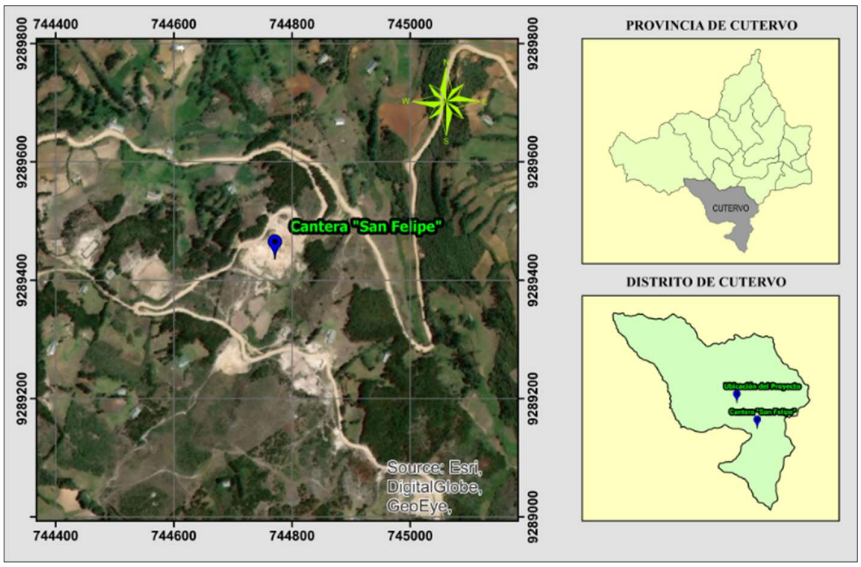


Figura 6: Ubicación de la cantera "San Felipe".

Debido a que, el material de la cantera San Felipe, no cumplió con las recomendaciones para elaborar concreto, se tuvo que modificar la cantera de extracción; por ende, se usó la cantera "Cochabamba", cuya ubicación se encuentra en el distrito de Cochabamba, provincia de Chota y se ve representada en la siguiente imagen:

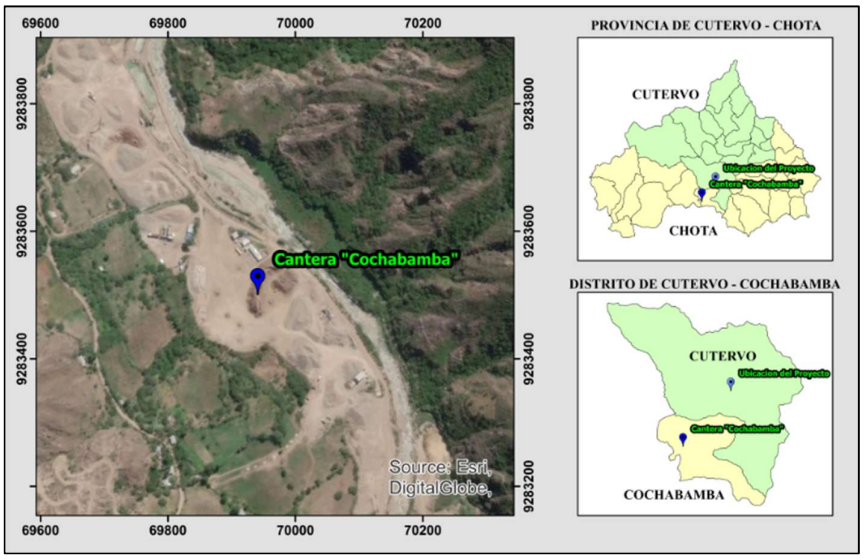


Figura 7: Ubicación de la cantera "Cochabamba".

La cantera de extracción del agregado grueso, se ubicó en la comunidad de Rodiopampa, cuya ubicación está en el distrito de Cutervo y se describe en la siguiente imagen.

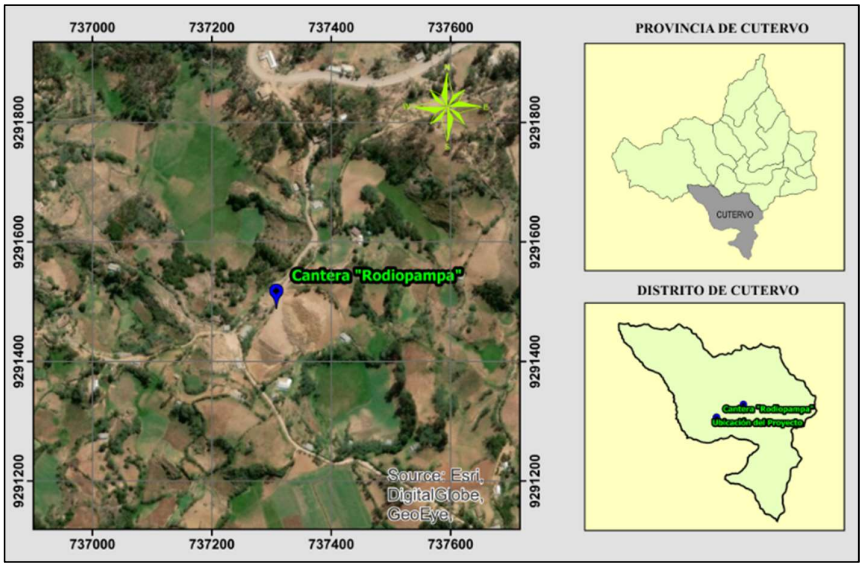


Figura 8: Ubicación de la cantera "Rodiopampa".

3.3. Métodos

3.3.1. Método de Investigación

El tipo de método que se usó en la investigación es el método Inductivo – Analítico; puesto que, a partir de las muestras (de lo particular) se hicieron las respectivas conclusiones (a lo general) tanto para las características físicas de los agregados, así como también de la resistencia a la compresión del concreto; por tanto, durante este procedimiento se usó el método Inductivo. Pero, para llegar hacer las conclusiones, se tuvo analizar los datos obtenidos de las muestras; por tanto, se usó también se hizo uso del método Analítico.

3.3.2. Variables

Variable independiente: Temperatura del agua.

Variable dependiente: Resistencia a la compresión del concreto.

3.3.3. Tipo de Investigación

Según su alcance:

- **Descriptiva:** porque además de hacer una descripción de los procedimientos usados, desde la obtención de las muestras, recopilación de los datos, análisis de datos, hasta los resultados y las conclusiones; los datos obtenidos, fueron aceptados de forma original; es

decir, no se alteraron con ningún tipo de probabilidad o procedimiento estadístico para ser usados en la presente investigación.

- **Explicativa:** puesto que se evaluó la relación entre la variable independiente (temperatura del agua) y la variable dependiente (resistencia a la compresión del concreto).

Según su finalidad:

- **Aplicada:** puesto que con los datos hallados se estaría dando una alternativa de solución a los problemas de resistencia a la compresión en estructura elaboradas a base de concreto.

Según su diseño:

- **Experimental:** debido a que, se manipuló la variable independiente (temperatura del agua de mezcla); es decir, se elaboraron muestras de concreto cilíndricas con cuatro diferentes temperaturas de agua de mezcla.

3.3.4. Diseño Experimental

Para la presente investigación, se usó cinco factores (temperaturas del agua) y tuvo como objetivo medir un efecto de respuesta (resistencia a la compresión del concreto).

El diseño experimental que corresponde es un Diseño en Bloques con 5 factores o tratamientos (Temperatura del agua: 10 °C, 23 °C, 39 °C, 47 °C y 55 °C), realizando 5 repeticiones a cada edad de análisis (7,14, 21 y 28 días), haciendo un total de 100 unidades experimentales para la evaluación de la resistencia a la compresión (variable dependiente).

- T1 (10 °C): Temperatura del agua que oferta u ofrece la ciudad de Cutervo.

- T2 (23 °C): Temperatura del agua considerada como la ideal en la elaboración de concreto

- T3 (39 °C) y T4 (47 °C): Temperaturas del agua intermedias usadas para la evaluación de la resistencia a la compresión, comprendidas entre la máxima y mínima.

- T5 (55 °C): Temperatura del agua considerada como factor de seguridad. Puesto que, si el agua alcanza una temperatura de 60 °C, esta puede provocar daños en la piel si entra en contacto directo con esta. Tomando en consideración eso se redujo en 5 °C.

3.3.5. Procedimiento estadístico

El análisis estadístico, se realizó mediante el software Minitab 18 versión de prueba, teniendo en cuenta, un nivel de confianza del 95%.

- Se realizó el análisis exploratorio de los datos, para determinar el comportamiento o tendencias de los datos. Luego, se realizó el diseño experimental, que es un plan usado en la distribución de las proporciones a las muestras experimentales.

- Después, se procedió a verificar si se puede usar el Diseño en Bloques, esta verificación se hizo al comprobar que se cumplan con los supuestos de Normalidad de los Errores del Modelo y el supuesto de Igualdad de Varianzas por Bloque. De no cumplirse uno de estos supuestos se acude a las pruebas no paramétricas para determinar lo ante mencionado.

- Se verificó el Supuesto de Normalidad de los Errores del Modelo; mediante la Prueba de Kolmogorow-Smirnow; con la cual, se evaluó si los errores experimentales del diseño siguen o no una distribución normal con media cero y varianza σ^2 .

$$\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$$

- Así mismo, se verificó que se cumpla con el Supuesto de Igualdad de Varianzas por Bloque; para el cual, se usó el método de Levene, que nos determina si las varianzas de los bloques tienden hacer iguales o diferentes.

$$\sigma_1{}^2 = \sigma_2{}^2 = \sigma_3{}^2 = \sigma_4{}^2$$

- De cumplir con los supuesto antes mencionados, se procederá a realizar el Análisis del Efecto Interactivo del Factor y el Bloque; con el fin, de determinar si hay una influencia de manera conjunta de la interacción Factor y Bloque.

- Luego, se realizó el Análisis de Varianza para un Diseño en Bloques; esto, con el fin de verificar si hay diferencias significativas entre las medias de los factores y los bloques o por lo menos una es diferente a las demás. Esto, mediante las pruebas de Efectos Inter-Sujetos.

- De concluirse, que al menos una las medias de los factores y bloques son diferentes se pasó a realizar el Análisis Pos ANVA o de comparaciones múltiples, esto mediante la

prueba de Tukey, con la cual se determinó cuáles tratamientos alcanzaron la menor y la mayor resistencia a la compresión.

3.4. Muestreo

El muestreo no probabilístico, es un tipo de procedimiento que no hace uso de la probabilidad, para seleccionar los elementos de la población y así poder obtener una muestra representativa de esta. (Arias, 2012).

Teniendo esta consideración, en la presente investigación se usó un muestreo no probabilístico; puesto que, para seleccionar el lugar de donde se extraerán los materiales para la elaboración de muestras de concreto (agregado fino y agregado grueso), tipo de cemento, número de tratamientos para la experimentación, no se tuvo en cuenta ningún tipo de probabilidad.

3.5. Universo

La población para la presente investigación, estuvo compuesta por testigos de concreto cilíndricos, cuyas dimensiones fueron de 10.00 cm de diámetro por 20.00 cm de altura.

3.6. Muestra

Haciendo una sub categorización al muestreo no probabilístico, se usó un muestreo intencional u opinático; puesto que, el procedimiento que se usó para tomar los lugares de análisis (canteras de agregado fino y cantera de agregado grueso), tipo de cemento y el número de tratamiento para la parte experimental, se hizo en base a criterios o juicios preestablecidos por el investigador.

Por ende, la selección de las canteras del agregado fino y grueso, para la extracción del material para ser usado en la investigación, se hizo considerando las que mayor demanda por parte de la población.

Y también, en la selección del tipo de cemento, se usó el cemento Pacasmayo Tipo I, por ser el de mayor uso por parte de la población de Cutervo.

La muestra para los ensayos de resistencia en compresión del concreto, estuvo compuesta por muestras de concreto cilíndricos de 10.00 cm de diámetro por 20.00 cm de altura; los

cuales, se distribuyeron de la siguiente manera, dependiendo de los tratamientos y de los días en que estos fueron ensayados.

Tabla 2:
Distribución de las muestras de concreto por tratamiento.

Días de Análisis	Temperatura de Análisis				
	T1 (10 °C)	T2 (23 °C)	T3 (39 °C)	T4 (47 °C)	T5 (55 °C)
Día 07	05	05	05	05	05
Día 14	05	05	05	05	05
Día 21	05	05	05	05	05
Día 28	05	05	05	05	05
Total	20	20	20	20	20
Total de muestras usadas en la investigación					100

Fuente: Elaboración propia.

3.7. Fuentes de Información

En cuanto a las fuentes de información, durante la fase de recolección de la información, planteamiento del problema, ejecución de la investigación, se usaron: libros, investigaciones realizadas en el tema de estudio, normas que describen los procedimientos para la realizaron de ensayos en agregados y en ensayos en concreto tanto en estado fresco como en estado endurecido.

3.8. Técnicas

3.8.1. Observación

Con el uso de esta técnica, nos permitió seleccionar las áreas de las canteras; de las cuales, se extrajeron las muestras representativas de los agregados fino y grueso.

3.8.2. Ensayo en agregados

Las técnicas usadas para la determinación de las propiedades físicas de los agregados, es como se muestra a continuación; también se adicionan, las referencias de los procedimientos que se usaron para la ejecución de cada ensayo.

Tabla 3:
Ensayos para determinar las propiedades físicas de los agregados.

Tipo de agregado	Ensayos en agregados	Referencias en la ejecución de ensayo	
Agregado fino	Granulometría	ASTM C 136	MTC E 204
	Contenido de humedad	ASTM C 566	MTC E 215
	Peso unitario suelto y compactado	ASTM C 29	MTC E 203
	Peso específico y absorción	ASTM C 128	MTC E 205
	Cantidad de material fino pasa malla N° 200	ASTM C 117	MTC E 202
	Temperatura de agregado	---	---
Agregado grueso	Granulometría	ASTM C 136	MTC E 204
	Contenido de humedad	ASTM C 566	MTC E 215
	Peso unitario suelto y compactado	ASTM C 29	MTC E 203
	Peso específico y absorción	ASTM C 127	MTC E 206
	Cantidad de material fino pasa malla N° 200	ASTM C 117	MTC E 202
	Temperatura de agregado	---	---

Fuente: Elaboración propia.

3.8.3. Ensayos en concreto fresco

Los ensayos realizados en concreto fresco, se describen a continuación; además, se le adiciona los procedimientos que se usaron para la ejecución de cada uno de estos.

Tabla 4:
Ensayos para determinar las propiedades del concreto fresco.

Ensayos en Concreto Fresco	Referencia en la ejecución de ensayo	
Contenido de aire	ASTM C 231	MTC E 706
Asentamiento del concreto (slump)	ASTM C 143	MTC E 705
Temperatura de la mezcla de concreto	ASTM C 1064	MTC E 724
Peso unitario del concreto fresco	ASTM C 138	----

Fuente: Elaboración propia.

3.8.4. Ensayos en Concreto Endurecido

Los ensayos realizados en concreto endurecido, se describen en la siguiente tabla:

Tabla 5:
Ensayos para determinar las propiedades del concreto endurecido.

Ensayos en Concreto Endurecido	Referencia en la ejecución de ensayo	
Resistencia a la compresión	ASTM C 39	MTC E 704
Peso unitario concreto endurecido	----	----

Fuente: Elaboración propia.

3.9. Procedimientos Utilizados

3.9.1. Características Físicas de los Agregados

3.9.1.1. Características Físicas del Agregado Fino

La caracterización del agregado fino se hizo por medio de ensayos: granulometría, peso específico y absorción, contenido de humedad, peso unitario suelto y compactado; cuyos procedimientos se detallan a continuación:

3.9.1.1.1. Reducción del Agregado Fino (Cuarteo)

a) Equipos y materiales usados

- Cucharon metálico.
- Lona de 2.00 m por 2.50 m.

b) Procedimiento de ejecución

- Al no contar con cuarteador mecánico; se usó el método de Cuarteo. Con las cuales, se obtuvieron las muestras para ser ensayadas en laboratorio y determinar las propiedades físicas del agregado fino.
- Las muestras del agregado fino, obtenido de la cantera, se mesclaron de manera uniforme sobre la lona en una superficie plana y libre de materiales extraños. Luego se aglomero en forma de cono.

• Posteriormente se aplanó y se extendió el material hasta obtener una forma circular y con espesor uniforme. Con el cucharon se dividió el material en cuatro partes iguales, tomándose las dos diagonales opuestas para su uso en los ensayos.

• Este proceso se realizó hasta obtener la cantidad mínima requerida para la ejecución de cada ensayo.



Figura 9: Ensayo reducción de agregado fino.

3.9.1.1.2. Granulometría del agregado fino.

a) Equipos y materiales usados

• Serie de tamices 3/8", No 4, No. 8, No. 16, No. 30, No. 50, No. 100, No. 200.

• Balanza con precisión de 0.10 gr.

• Horno con temperatura uniforme de 110 °C.

• Tamizadora mecánica.

b) Procedimiento de ejecución

• Mediante el método de cuarteo, se obtuvo una muestra representativa del agregado fino. Se procedió en colocar la muestra al horno y se mantuvo durante 24 horas a una temperatura uniforme de 110 °C.

• Luego, se obtuvo el peso de la muestra seca y se colocó en la tamizadora mecánica por el lapso de 1.50 minutos.

• Posteriormente, se procedió a pesar y anotar el material retenido en la serie de tamices.

c) Cálculos efectuados

Cantera "San Felipe"

- Datos del agregado:

ESTUDIO DE AGREGADO	
Peso agregado fino inicial (gr)	1469.69

Abertura de Tamiz		Peso Retenido	P. Retenido Parcial	P. Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa
Pulg.	mm.				
3/8"	9.53	0.000	0.000	0.000	100.000
Nº 04	4.76	10.500	0.714	0.714	99.286
Nº 08	2.38	21.570	1.468	2.182	97.818
Nº 16	1.19	46.030	3.132	5.314	94.686
Nº 30	0.59	171.140	11.645	16.959	83.041
Nº 50	0.3	475.300	32.340	49.299	50.701
Nº 100	0.15	565.640	38.487	87.786	12.214
Nº 200	0.07	118.020	8.030	95.816	4.184
Bandeja		58.160			
Total		1,466.360			

- Módulo de fineza (MF):

$$MF = \frac{3/8" + No.4 + No.8 + No.16 + No.30 + No.50 + No.100}{100}$$

$$MF = 1.623$$

- Curva granulométrica del agregado.

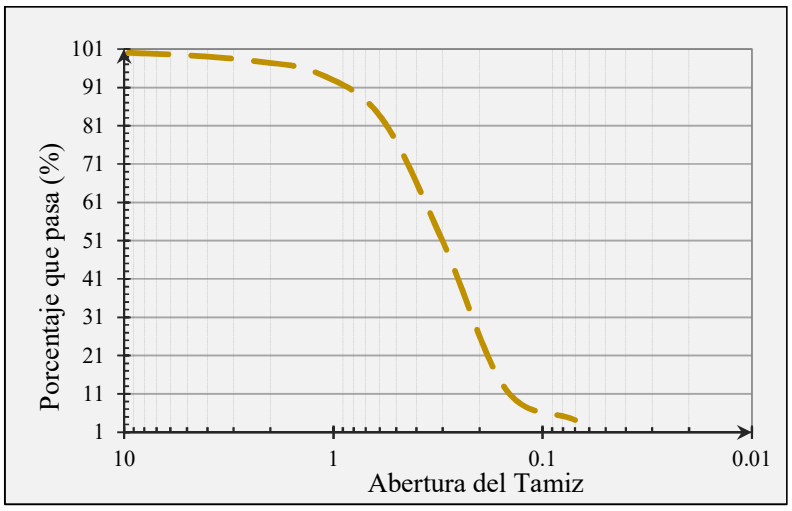


Figura 10: Curva granulométrica de la cantera "San Felipe".

• Comparación en límites granulométricos recomendados para la elaboración de concreto.

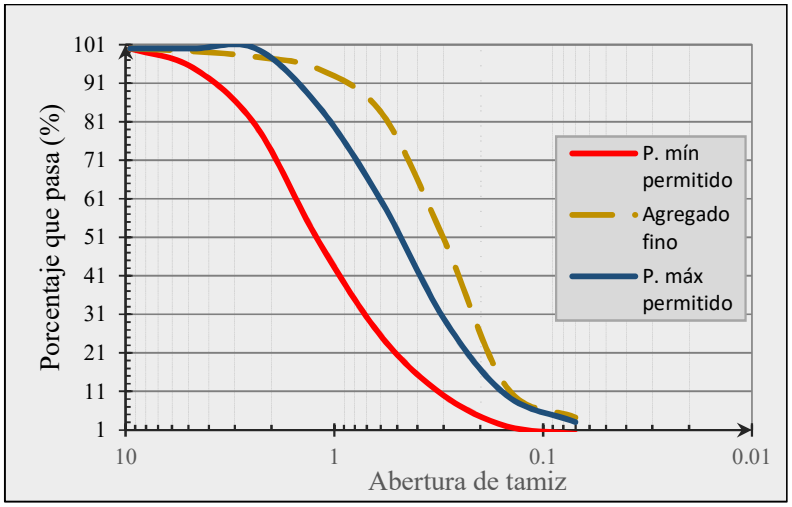


Figura 11: Granulometría agregado fino de la cantera "San Felipe" en límites granulométricos.

• Observación: Como se observa, la curva granulométrica del agregado fino, no se encuentra dentro de los límites permitidos; también, el módulo de fineza de la arena es de 1.623, demuestra que el agregado es muy fino y no es apto para usarlo en la elaboración de concreto.



Figura 12: Ensayo granulometría del agregado fino, cantera "San Felipe"

Cantera “Cochabamba”

- Datos de la muestra

ESTUDIO DE AGREGADO	
Peso agregado fino inicial (gr)	1000.00

Abertura de Tamiz		Peso Retenido	P. Retenido Parcial	P. Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa
Pulg.	mm.				
3/8"	9.53	0.000	0.000	0.000	100.000
Nº 04	4.76	28.830	2.883	2.883	97.117
Nº 08	2.38	141.702	14.170	17.053	82.947
Nº 16	1.19	182.780	18.278	35.331	64.669
Nº 30	0.59	181.360	18.136	53.467	46.533
Nº 50	0.3	225.910	22.591	76.058	23.942
Nº 100	0.15	147.190	14.719	90.777	9.223
Nº 200	0.07	62.810	6.281	97.058	2.942
Bandeja		27.300			
Total		997.882			

- Módulo de fineza

$$MF = \frac{3/8" + No.4 + No.8 + No.16 + No.30 + No.50 + No.100}{100}$$

$$MF = 2.496$$

- Curva granulométrica del agregado fino

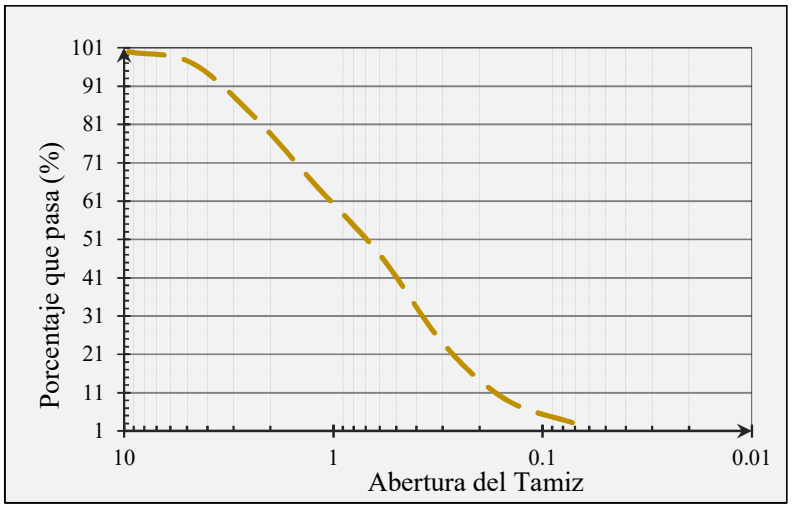


Figura 13: Curva granulométrica del agregado fino de la cantera "Cochabamba".

• Comparación en límites granulométricos recomendados para la elaboración de concreto

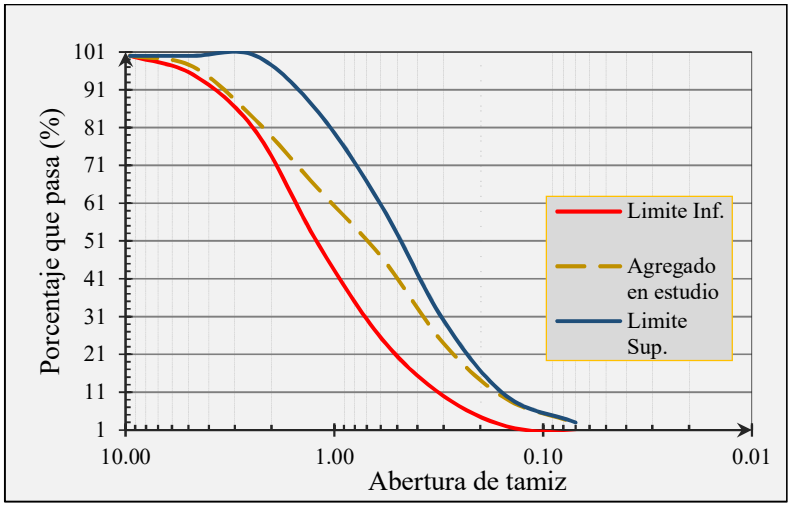


Figura 14: Granulometría agregado fino de la cantera "Cochabamba "en límites granulométricos.

• Observación: Como se muestra anteriormente, la curva granulométrica del agregado fino está dentro de los límites recomendados para la elaboración de concreto, además el módulo de fineza 2.496 también cumple con las recomendaciones.



Figura 15: Ensayo granulometría del agrega fino, cantera "Cochabamba".

3.9.1.1.3. Peso específico y absorción del agregado fino

a) Equipos y materiales usados

• Balanza de 0.10 gr de precisión.

• Frasco volumétrico de 1000 cm3 de capacidad.

• Molde cónico metálico: diámetro interior 40 ± 3 mm de en su base menor y de 90 ± 3 mm en su base mayor, con altura de 75 ± 3 mm.

• Varilla para apisonado, metálica con peso de 340 ± 15 gr y con un diámetro de 25 ± 3 mm. Con una superficie plana para apisonado.

- Horno con temperatura uniforme de 110 °C.

b) Procedimiento de ejecución

- Se redujo el material por cuarteo hasta obtener 1200.00 gr de agregado fino y se colocó en el horno a una temperatura de 110 °C por un tiempo de 24 horas; luego, Se dejó enfriar el material y se sumergió en agua durante 24 horas.

- Luego, con mucho cuidado se eliminó el agua evitando que se pierda el material y se la dejo secar a temperatura ambiente.

- Posteriormente, en el cono metálico, se le añadió en tres capas el material; la cual capa por capa se le apisonó con 25 golpes. Este proceso se repitió hasta tener un derrumbamiento de la parte superior del cono de arena; con lo cual, se determinó que el material está en estado saturado superficialmente seco.

- Se introdujo 500.00 g de material al horno, para determinar el peso constante del agregado seco. Los otros 500.00 g de material, se introdujeron al picnómetro y se le añadió agua hasta un nivel de 500.00 ml.

- Posteriormente se le agitó para eliminar las burbujas de aire presentes en el material. Luego se llenó el frasco hasta 1000.00 ml. Y se determinó el peso total del frasco, cantidad de agua y el material presente en el frasco.

c) Cálculos efectuados

Datos Observados	ID	Datos
Peso en el aire de la muestra secada en el horno.	A	491.350
Peso del picnómetro lleno con agua.	B	712.280
Peso del picnómetro con la muestra y el agua hasta la marca de calibración.	C	1016.310
Peso de la muestra saturada y superficialmente seca.	S	500.000

- Peso específico de masa (P_{em}):

$$P_{em} = \frac{A}{A + S - C}$$

$$P_{em} = \frac{491.350}{491.350 + 500.000 - 1016.310}$$

$$P_{em} = 2.507 \ gr/cm^3$$

- Peso específico de masa saturada con superficie seca (P_{emsss}):

$$P_{emsss} = \frac{S}{B + S - C}$$

$$P_{emsss} = \frac{500.000}{712.280 + 500.000 - 1016.310}$$

$$P_{emsss} = 2.551 \ gr/cm^3$$

- Peso específico aparente (P_{ea}):

$$P_{ea} = \frac{A}{A + B - C}$$

$$P_{ea} = \frac{491.350}{491.350 + 712.280 - 1016.310}$$

$$P_{ea} = 2.623 \ gr/cm^3$$

- Porcentaje de absorción (%Ab):

$$\%Ab = \left(\frac{S - A}{A}\right) * 100\%$$

$$\%Ab = \left(\frac{500.000 - 491.350}{491.350}\right) * 100\% = 1.76\%$$

$$\%Ab = 1.760 \ \%$$



Figura 16: Ensayo peso específico y absorción del agregado fino.

3.9.1.1.4. Contenido de humedad del agregado fino

a) Equipos y materiales utilizados

- Balanza de precisión de 1.00 gr.
- Horno con temperatura uniforme de 110 °C.

b) Procedimiento de ejecución

- Se obtuvo una muestra representativa mediante el método del cuarteo, luego se procedió a pesar la muestra de agregado fino.
- La muestra se introdujo en el horno a una temperatura de 110 °C, por un tiempo de 24 horas y posteriormente, se sacó la muestra del horno y se dejó enfriar hasta tener una temperatura constante y determinar su peso.

c) Cálculos efectuados

- Contenido de Humedad (CH%)

$$CH\% = \left(\frac{P_{AF\ Húmedo} - P_{AF\ Seco}}{P_{AF\ Húmedo}}\right) * 100\%$$

Número de ensayo	I	II	III
Nombre del contenedor	C1	C2	C3
Datos Registrados			
Peso del contenedor + Ag. Fino húmedo(gr)	1840.540	1742.550	1617.930
Peso del contenedor + Ag. Fino seco (gr)	1819.350	1724.100	1599.500
Peso del contenedor (gr)	115.200	119.020	118.020
Cálculos			
Peso del agua (gr)	21.190	18.450	18.430
Peso de partículas sólidas (gr)	1704.150	1605.080	1481.480
Contenido de Humedad (%)	1.243	1.149	1.244

Obteniendo el promedio entre los tres ensayos, tenemos que el contenido de humedad del agregado es de 1.21%



Figura 17: Ensayo contenido de humedad del agregado fino.

3.9.1.1.5. Peso unitario del agregado fino

a) Equipos y materiales usados

- Balanza de precisión.
- Molde de 15.00 cm de diámetro y altura de 30.00 cm.
- Varilla de 5/8", de longitud de 60.00 cm, con punta redondeada.

b) Procedimiento de ejecución

Peso unitario suelto

- Se determinó y anotó el peso del molde.
- Se vertió el agregado fino de manera uniforme en el molde hasta su colmatación, con mucho cuidado, se enrazó con la varilla, esto para evitar sobras de material en la parte superior del molde.
- Luego se determinó el peso del agregado más el molde.

Peso unitario compactado

- Se determinó y anoto el peso del molde.

- Se usó un recipiente de altura de 30.00 cm, se vertió el material en el molde hasta una altura de 10.00 cm del recipiente, luego se procedió a dar 25 golpes con la varilla. De manera análoga se realizó a una altura de 20.00 cm y a la altura de 30.00 cm del recipiente.

- Luego se determinó el peso del molde más el peso del agregado fino.

c) Cálculos efectuados

- Peso unitario suelto (PU_{suelto})

$$PU_{suelto} = \frac{[P_{recipiente} + P_{AF.\ suelto}] - P_{recipiente}}{V_{recipiente}}$$

ESTUDIO DE AGREGADO			
Número de ensayo	**I**	**II**	**III**
Nombre del contenedor			
Datos Registrados			
Peso contenedor + Ag. Fino suelto (gr)	16555.23	16545.32	16549.54
Peso del contenedor (gr)	8490.23	8488.98	8491.21
Volumen del contenedor (m^3)	0.01	0.01	0.01
Cálculos			
Peso Ag. Fino suelto (kg)	8.07	8.06	8.06
Peso unitario Ag. Fino suelto (kg/m^3)	1521.29	1519.65	1520.03

Obteniendo el promedio entre los tres ensayos efectuados, se obtuvo que el peso unitario del agregado fino suelto es de 1520.34 kg/m^3.

- Peso unitario compactado ($PU_{compactado}$)

$$PU_{compactado} = \frac{[P_{recipiente} + P_{AF\ compactado}] - P_{recipiente}}{V_{recipiente}}$$

ESTUDIO DE AGREGADO			
Número de ensayo	**I**	**II**	**III**
Nombre del contenedor			
Datos registrados			
Peso contenedor + A Fino compactado (gr)	17218.70	17229.60	17228.21
Peso del contenedor (gr)	8480.00	8480.21	8480.01
Volumen del contenedor (cm^3)	0.01	0.01	0.01
Cálculos			
Peso Ag. Fino compactado (kg)	8.74	8.75	8.75
Peso unitario A. Fino compactado (kg/m^3)	1648.364	1650.381	1650.156

De la misma forma, obteniendo el promedio entre los tres ensayos efectuados, se obtuvo que el peso unitario del agregado fino suelto es de 1649.61 kg/m^3.



Figura 18: Ensayo peso unitario suelto y compactado agregado fino.

3.9.1.1.6. Cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200

a) Equipos y materiales usados

- Malla N° 200.
- Balanza de precisión.
- Horno con temperatura uniforme de 110 ± 5 °C.

b) Procedimiento de ejecución

- Se obtuvo una muestra del agregado fino por el método del cuarteo. Luego, con mucho cuidado se lavó el material en la malla N° 200 con agua a un flujo constante.
- Posteriormente, se vertió a un contenedor y se lo introdujo en el horno por un tiempo de 24 horas.
- Se dejó enfriar la muestra y se registró su peso.

c) Cálculos efectuados

- Porcentaje que pasa malla N° 200

$$\%\ Pasa\ N°\ 200 = \left(\frac{P_{muestra\ seca} - P_{muestra\ lavada\ seca}}{P_{muestra\ seca}}\right) * 100\%$$

$$\%\ Pasa\ N°\ 200 = \left(\frac{1612.200 - 1550.350}{1612.200}\right) * 100\%$$

$$Pasa\ N°\ 200 = 3.836\ \%$$



Figura 19: Ensayo cantidad de material fino que pasa la malla N° 200

3.9.1.2. Características físicas del agregado grueso

Las características físicas del agregado grueso se realizaron a través de ensayos, los cuales fueron: granulometría, peso específico y absorción, contenido de humedad, peso unitario suelto y compactado.

3.9.1.2.1. Reducción del agregado grueso

a) Equipos y materiales usados

- Cucharón metálico.
- Lona de 2.00 m x 2.50 m.

b) Procedimiento de ejecución

- Al no contar con cuarteador mecánico, se usó el Método B (cuarteo). Con las cuales, se obtuvieron las muestras para los respectivos ensayos en laboratorio y determinar las propiedades física-mecánicas del agregado grueso.

• Las muestras del agregado grueso obtenido de la cantera “Rayme”, se mesclaron de manera uniforme sobre una superficie plana y libre de materiales extraños. Luego se aglomero en forma de cono, este proceso se repitió por tres veces.

• Posteriormente se aplano y se extendió el material hasta obtener una forma circular y con un espesor uniforme.

• Con el cucharon se dividió el material en cuatro partes iguales, tomándose las dos diagonales opuestas para ser ensayadas en el laboratorio.



Figura 20: Ensayo reducción de agregado grueso

3.9.1.2.2. Granulometría del agregado grueso

a) Equipos y materiales usados

• Serie de tamices 3/4", 1/2", 3/8”, No. 4, No. 8, No 16, No 30, No 50.

• Balanza con precisión de 0.10 gr.

• Horno con temperatura uniforme de 110 ± 5 °C.

b) Procedimiento de ejecución

• Mediante el método de cuarteo, se obtuvo una muestra representativa de agregado grueso. Se procedió a colocar la muestra al horno y se mantuvo durante 24 horas a una temperatura uniforme de 110 °C.

• Luego se procedió a pesar el material retenido en los tamices, para determinar la distribución granulométrica del material.

c) Cálculos efectuados

- Tamaño máximo nominal (TMN)

$$TMN = tamaño\ tamiz\ que\ hace\ la\ primera\ retención$$

$$TMN = 1/2"$$

- Tamaño máximo (TM)

$$TM = Tamaño\ del\ tamiz\ que\ pasa\ toda\ la\ muestra$$

$$TM = 3/4"$$

- Curva granulométrica del agregado

ESTUDIO DE AGREGADO	
Peso agregado grueso (gr)	3750.550
Peso agregado grueso lavado (gr)	3747.550

Abertura de Tamiz		Peso Retenido	P. Retenido Parcial	P. Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa
Pulg.	mm.				
3/4"	19.05	0.000	0.000	0.000	100.000
1/2"	12.7	211.040	5.631	5.631	94.369
3/8"	9.53	1728.610	46.126	51.758	48.242
Nº 04	4.76	1493.040	39.840	91.598	8.402
Nº 08	2.38	255.260	6.811	98.410	1.590
Nº 16	1.19	58.100	1.550	99.960	0.040
Nº 30	0.59	0.000	0.000	99.960	0.040
Nº 50	0.3	0.000	0.000	99.960	0.040
Nº 100	0.15	0.000	0.000	99.960	0.040
Nº 200	0.07	0.000	0.000	99.960	0.040
Bandeja		0.00			
Total		3746.05			

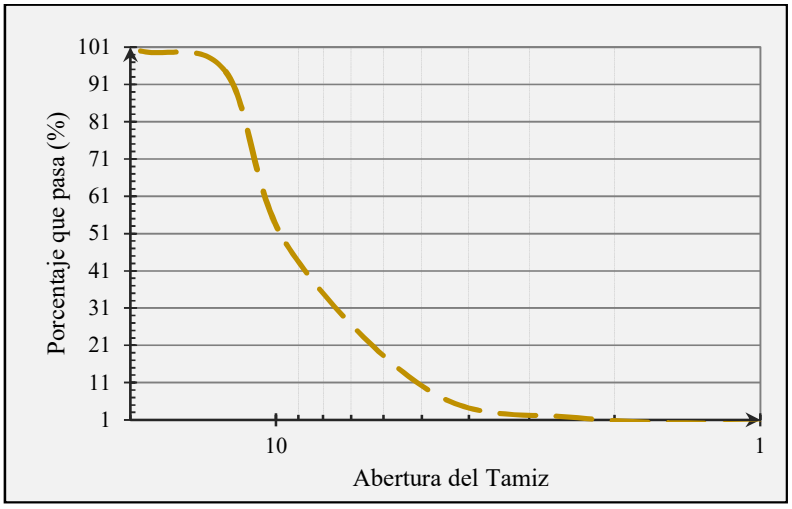


Figura 21: Curva granulométrico del agregado grueso, cantera "Rodiopampa".

- Comparación en límites granulométricos.

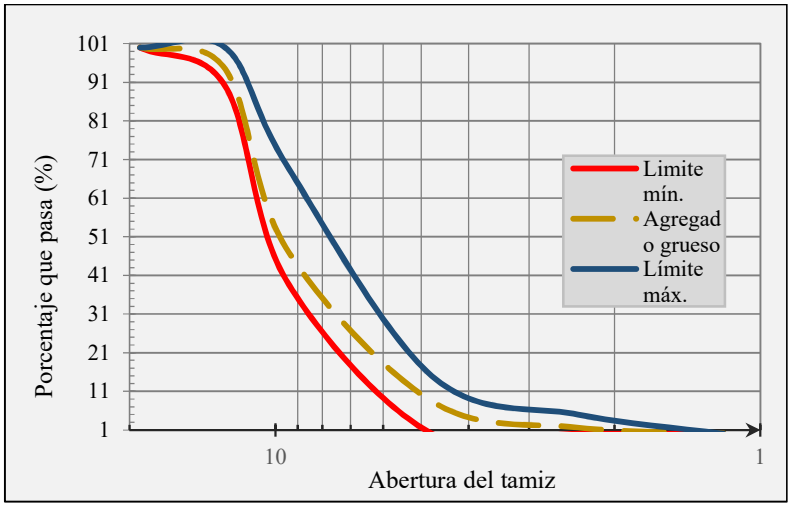


Figura 22: Granulometría agregado grueso de la cantera "Rodiopampa" en límites granulométricos.

- Observación: como se observa la granulometría del agregado si se encuentra dentro de los límites recomendados; entonces, este material es apto para la elaboración de concreto.

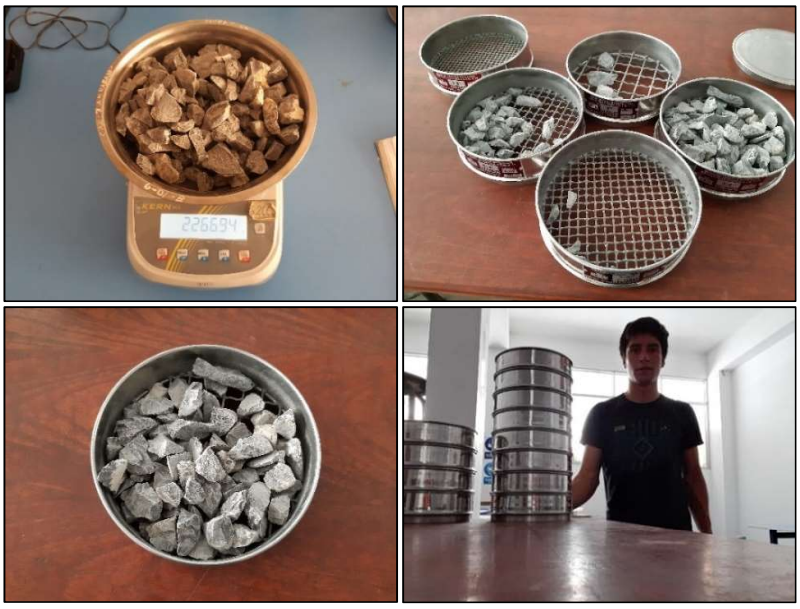


Figura 23: Ensayo granulometría del agregado grueso.

3.9.1.2.3. Peso específico y absorción del agregado grueso

a) Equipos y materiales usados

- Balanza.

- Canastilla de alambre.

- Depósito de agua.

- Horno con temperatura uniforme de 110 °C.

b) Procedimiento de ejecución

- Se tomó una muestra representativa del agregado grueso. Y se introdujo en el horno a una temperatura de 110 °C, durante 24 horas.

- La muestra se sacó del horno, y se dejó enfriar a temperatura ambiente. Luego, se sumergió completamente en agua, por un tiempo de 24 horas. Transcurrido el tiempo de saturación, se secó el agregado con una franela, hasta que el agua de la superficie del agregado quede eliminada.

- Se determinó y anotó el peso respectivo del agregado. Luego el agregado se introdujo en la canastilla; se determinó y anotó el peso del agregado sumergido.

c) Cálculos efectuados

Datos Observados	ID	Datos
Peso de la muestra seca en el aire	A	2148.140
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire	B	2166.940
Peso en el agua de la muestra saturada	C	1332.63

- Peso específico aparente (P_{ea}):

$$P_{ea} = \frac{A}{(A - C)}$$

$$P_{ea} = \frac{2148.140}{(2148.140 - 1332.63)}$$

$$P_{ea} = 2.630 \ gr/cm^3$$

- Peso específico de masa (P_{em}):

$$P_{em} = \frac{A}{B - C}$$

$$P_{em} = \frac{2148.140}{2166.940 - 1332.63}$$

$$P_{em} = 2.570\ gr/cm^3$$

- Peso específico de masa saturada con superficie seca (P_{esss})

$$P_{esss} = \frac{B}{(B - C)}$$

$$P_{esss} = \frac{2166.940}{(2166.940 - 1332.630)}$$

$$P_{esss} = 2.600\ gr/cm^3$$

- Porcentaje de absorción agregado grueso (%Ab)

$$\%\ Ab = \frac{B - A}{A} * 100\%$$

$$\%\ Ab = \frac{2166.940 -}{A} * 100\%$$

$$\%\ Ab = \%$$



Figura 24: Ensayo peso específico y absorción del agregado grueso

3.9.1.2.4. Contenido de humedad del agregado grueso

a) Equipos y materiales usados

- Balanza de precisión.

- Horno con temperatura uniforme de 110 °C.

b) Procedimiento de ejecución

- Se tomó una muestra del agregado grueso y se registró su peso. Luego, se introdujo en el horno el material a una temperatura de 110 °C durante 24 horas.

- Transcurrido ese tiempo, se retiró el material del horno y se registró su peso.

c) Cálculos efectuados

- Contenido de Humedad (CH)

$$CH = \left(\frac{P_{AG\ Húmedo} - P_{AG\ Seco}}{P_{AG\ Húmedo}}\right) * 100\%$$

ESTUDIO DE AGREGADO			
Número de Ensayo	**I**	**II**	**III**
Nombre del Contenedor	**AG1**	**AG2**	**AG3**
Datos registrados			
Peso contenedor + Ag. Grueso húmedo (gr)	2216.34	2271.39	2256.12
Peso contenedor + Ag. Grueso Seco (gr)	2211.71	2266.86	2251.23
Peso del contenedor (gr)	112.25	118.72	116.52
Cálculos			
Peso del agua (gr)	4.63	4.53	4.89
Peso de partículas sólidas (gr)	2099.46	2148.14	2134.71
Contenido de Humedad (%)	0.22	0.21	0.23

- En la imagen anterior, se muestra la realización de 3 ensayos, por el cual se tuvo que sacar el promedio para determinar el contenido de humedad del agregado grueso, resultando 0.22 %.



Figura 25: Ensayo contenido de humedad del agregado grueso

3.9.1.2.5. Peso unitario del agregado grueso

a) Equipos y materiales usados

- Balanza

- Molde probetas de 15.00 cm de diámetro y altura de 30.00 cm.

- Varilla de 5/8", de longitud de 60.00 cm, con punta redondeada.

b) Procedimiento de ejecución

Peso unitario suelto.

- Se determinó y anotó el peso del molde.

- Se vertió el agregado grueso en el molde hasta su colmatación. A continuación, se enrazo con mucho cuidado para eliminar el agregado sobrante.

- Luego se determinó el peso del agregado más el molde.

Peso unitario compactado

- Se determinó y anotó el peso del molde.

- Se vertió el material en el molde hasta una altura de 5.00 cm del recipiente, luego se procedió a dar 25 golpes con la varilla. De manera análoga se realizó a una altura de 10.00 cm y a la altura de 15.00 cm.

- Luego se determinó el peso del molde más el peso del agregado grueso.

c) Cálculos efectuados

- Peso unitario suelto (PU_{suelto})

$$PU_{suelto} = \frac{[P_{recipiente} + P_{Ag.\ suelto}] - P_{recipiente}}{V_{recipiente}}$$

Número de ensayo	I	II	III
Nombre del contenedor	C1	C2	C3
Datos registrados			
Peso contenedor +A Grueso suelto (gr)	15849.87	15845.66	15842.91
Peso contenedor (gr)	8490.00	8490.21	8490.12
Volumen del contenedor (m^3)	0.01	0.01	0.01
Cálculos			
Peso Ag. Grueso suelto (kg)	7.36	7.36	7.35
Peso unitario Ag. Grueso suelto (kg/m^3)	1388.28	1387.44	1386.94

Obteniendo el promedio entre los tres ensayos efectuados, se obtuvo que el peso unitario del agregado grueso suelto es de 1387.56 kg/m^3.

- Peso unitario compactado ($PU_{compactado}$)

$$PU_{compactado} = \frac{[P_{recipiente} + P_{Ag.\ compactado}] - P_{recipiente}}{V_{recipiente}}$$

Número de ensayo	I	II	III
Nombre del contenedor	C1	C2	C3
Datos Registrados			
Peso contenedor +AG compactado (gr)	16378.32	16376.21	16374.23
Peso contenedor (gr)	8490.01	8490.06	8490.10
Volumen del contenedor (m^3)	0.01	0.01	0.01
Cálculos			
Peso Ag. Grueso compactado (kg)	7.89	7.89	7.88
Peso unitario AG compactado (kg/m^3)	1487.96	1487.55	1487.17

Obteniendo el promedio entre los tres ensayos efectuados, se obtuvo que el peso unitario del agregado fino suelto es de 1520.34 kg/m^3.



Figura 26: Ensayo peso unitario suelto y compactado agregado grueso

3.9.2. Procedimiento en el diseño de mezclas

Diseño de mezclas método del ACI comité 211

Para hacer uso de este método, se tendrá que cumplir con los requisitos físicos y granulométricos establecidos por la ASTM C 33; donde el agua de mezcla, se define en función del tamaño máximo del agregado y del slump como medida de trabajabilidad; este método, establece empíricamente el volumen del agregado grueso en seco en función del tamaño máximo de este y el módulo de fineza del agregado fino y correlaciona a la relación agua/cemento con la resistencia en compresión (Carbajal, 1998)

a) Datos de resistencia en el concreto

- Resistencia a la compresión especificada: 210.00 kg/cm2, este valor es usado en la mayoría de diseños de elementos estructurales que son conformados a base de concreto.

- Resistencia a la compresión promedio: 210.00 kg/cm2, se trabajó igual a la resistencia a la compresión especificada; puesto que, como es una investigación los resultados se usarán para evaluar la resistencia en compresión del concreto alcanzada; además, proponer otra alternativa para que en vez de aumentar la resistencia a la compresión promedio, esta se pueda alcanzar con el aumento de la temperatura del agua; con la cual, podría reducir la mayor cantidad en materiales para la elaboración de concreto y esto supone a la larga un menor costo en la elaboración de concreto.

b) Datos del cemento

- Tipo de cemento: se usó el cemento Pacasmayo Tipo 1, este tipo de cemento es el más usado en la ciudad, para la elaboración de estructuras de concreto.

- Peso específico es de 3.10 gr/cm^3. Esto según la ficha técnica del cemento.

c) Tipo de consistencia

- Plástica, se seleccionó este tipo puesto que, los elementos estructurales, como vigas, muros armados, columnas, según las tablas del ACI nos muestra que es recomendable que la mezcla tenga un revenimiento entre 1 y 4 pulg.

Tabla 6:
Revenimiento recomendado para elaboración de estructuras

Tipo de construcción	Máxima	Mínima
Zapatas y muros de cimentación armados	3”	1”
Cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros	3”	1”
Vigas y muros armados	4”	1”
Columnas de edificios	4”	1”
Losas y pavimentos	3”	1”
Concreto ciclópeo	2”	1”

Fuente: Rivva López

d) Tamaño máximo nominal del agregado grueso

Se usó el agregado de 1/2 pulg; este tamaño debido a que, las muestras cilíndricas tuvieron 10.00 cm de diámetro por 20.00 cm de altura; pues la norma E 060, recomienda que el

tamaño del agregado grueso deberá ser menor a la mínima dimensión de las siguientes recomendaciones:

- Un quinto de la menor dimensión entre las caras del encofrado.
- Un tercio del peralte de la losa.
- Tres cuartos del menor espacio libre entre barras de refuerzo individuales o en paquetes o tendones o ductos de pre esfuerzo.

La cual, comparando con las dimensiones del agregado grueso de 1/2 pulg. es menor a un quinto de la menor dimensión entre las caras de encofrado (diámetro del molde de las muestras cilíndricas)

e) Datos de los agregados

Se muestran las propiedades físicas de los agregados; las cuales, fueron determinadas en los ensayos que se realizaron en el laboratorio.

Tabla 7:
Propiedades de los agregados para el diseño de mezclas

Propiedades de los agregados	Agregado fino	Agregado grueso
Peso unitario suelto (kg/m^3)	1520.34	1387.56
Peso unitario compactado (kg/m^3)	1649.61	1487.57
Peso específico (gr/cm^3)	2.507	2.630
Contenido de humedad (%)	1.21	0.22
Porcentaje de absorción (%)	1.76	0.88
Módulo de fineza	2.585	5.89
Tamaño máximo nominal (pulg.)	N° 4	1/2"

Fuente: Elaboración propia

f) Relación agua/cemento (a/c)

Esta relación, se determinó en función a la resistencia a la compresión del concreto y en función a la adición o no de aire incorporado. En la elaboración de concreto, no se usó ningún aditivo que incorpore aire en la mezcla.

Tabla 8:
Relación agua/cemento

Resistencia a la compresión promedio	Relación agua/cemento	
	Con aire incorporado	Sin aire Incorporado
450	0.38	----
400	0.43	----
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: Rivva López

Debido a que, no se encuentra en la tabla la resistencia de 210.00 kg/cm2, se tuvo que interpolar para hallar la relación agua/cemento.

$$\begin{array}{cc} f'c & a/c \\ 250.00 & 0.62 \\ 210.00 & x \\ 200.00 & 0.70 \end{array}$$

$$\frac{250.00 - 210.00}{250.00 - 200.00} = \frac{0.62 - x}{0.62 - 0.70}$$

$$x = 0.684$$

La relación agua/cemento (a/c) es de 0.684.

g) Volumen unitario de agua

La cantidad de agua se determinó suponiendo que el agregado se encuentra en estado seco, esto con el fin de usar la tabla del ACI 211; posteriormente, se hicieron las correcciones pertinentes por contenido de humedad y porcentaje de absorción de estos.

La tabla muestra que el volumen unitario de agua está en función de: la consistencia (plástica), tamaño máximo nominal del agregado grueso (1/2 pulg) y de la incorporación de aire en la mezcla (No se incorporó aire); entonces, teniendo en cuenta lo anterior usamos la tabla siguiente:

Tabla 9:
Volumen unitario de agua.

Asentamiento	Agua, en l/m^3, para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8”	1/2”	3/4”	1”	1 1/2”	2”	3”	6”
Concreto sin aire incorporado								
1” – 2”	207	199	190	179	166	154	130	113
3” – 4”	228	216	205	193	181	169	145	124
6” – 7”	243	228	216	202	190	178	160	---
Concreto con aire incorporado								
1” – 2”	181	175	168	160	150	142	122	107
3” – 4”	202	193	184	175	165	157	133	119
6” – 7”	216	205	197	184	174	166	154	---

Fuente: Rivva López

Considerando obtener un asentamiento en la mezcla de concreto de 3” – 4” y teniendo como tamaño máximo nominal del agregado grueso de 1/2", la cantidad de agua es de 216.00 l/m^3.

h) Cantidad de cemento

La cantidad de cemento, se determinó a partir de la siguiente expresión; la cual, está en función de la relación agua/cemento y del volumen unitario de agua

$$Cantidad\ _{cemento} = Cantidad_{agua}/relacion\ (^{a}/_{c})$$

$$Cantidad\ _{cemento} = (216.00)/(0.648)$$

$$Cantidad\ _{cemento} = 315.789\ kg$$

i) Contenido de aire

El contenido de aire en la mezcla se encontró haciendo uso de la siguiente tabla; la cual, se determinó en función al tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Tabla 10:
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%

Fuente: Rivva López

Considerando que el tamaño máximo nominal del agregado grueso presenta un diámetro de 1/2"; entonces haciendo uso de la tabla anterior, el contenido de aire atrapado en la mezcla es de 2.5%.

j) Contenido de agregado grueso

La cantidad de agregado grueso, se encontró por medio de la siguiente tabla; la cual, está en función del módulo de fineza del agregado fino y del tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Tabla 11:
Volumen unitario de agregado grueso.

Tamaño máx. nominal del agregado grueso	Vol. del agregado grueso seco y compactado, por unidad de volumen de concreto, para diversos módulos de fineza b/b_0)			
	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”	0.75	0.73	0.71	0.69
2”	0.78	0.76	0.74	0.72
3”	0.82	0.80	0.78	0.76
6”	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Rivva López

Debido que, el tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 1/2" y el módulo de fineza del agregado fino es de 2.585; dicho valor no se encontró en la tabla, para hallar el volumen unitario de agregado grueso, se tuvo que interpolar.





MF_{AF}	V_{AG}
2.400	0.590
2.585	x
2.600	0.570

$$\frac{2.400 - 2.585}{2.400 - 2.600} = \frac{0.590 - x}{0.590 - 0.570}$$

$$x = 0.572$$

Teniendo el volumen unitario del agregado grueso, la cantidad del material en kilogramos, se determinó de la siguiente manera:

$$Peso_{AG} = Vol_{AG} * PUC_{AG}$$

$$Peso_{AG} = 0.572 * 1487.57$$

$$Peso_{AG} = 850.146\ kg/m^3$$

k) Contenido de agregado fino

Para la determinación de la cantidad de agrada fino, se hizo por medio del método de volúmenes absolutos; el cual, para hallar el volumen de agregado fino simplemente viene hacer la diferencia entre el volumen unitario de concreto y el volumen de los demás materiales (agua, cemento, aire, agregado grueso).

$$Vol_{AF} = 1 - (V_{agua} + V_{aire} + V_{cemento} + V_{agregado\ grueso})$$

$$Vol_{AF} = 1 - \left[\frac{P_{cemento}}{P_{esp.cemento} * 10^3} + Aire + \frac{V_{agua}}{1000} + \frac{P_{AG}}{P_{esp.AG} * 10^3}\right]$$

$$Vol_{AF} = 1 - \left[\frac{315.789}{2.60 * 10^3} + 2.5\% + \frac{216.00}{1000} + \frac{850.146}{2.630 * 10^3}\right]$$

$$Vol_{AF} = 1 - [0.686]$$

$$Vol_{AF} = 0.334$$

Teniendo, el volumen unitario del agregado fino, la cantidad requerida de material fino para la elaboración de concreto por unidad de volumen, se obtuvo usando la siguiente expresión:

$$Peso_{AF} = Vol_{AF} * PUC_{AF}$$

$$Peso_{AF} = 0.314 * 11649.61$$

$$Peso_{AF} = 837.044\ kg/m^3$$

l) Corrección de los agregados

Como se mencionó, la cantidad de material de agregados calculados anteriormente se hicieron considerando que los agregados se encontraban en estado seco; pero en ese estado es difícil de encontrar, puesto que va a estar influenciado por la humedad presente en los agregados. Por ende, para realizar la corrección correspondiente, se usaron las siguientes expresiones:

$$Peso\ A.Grueso_{húmedo} = (Peso\ A.Grueso_{seco}) * \left(1 + \frac{\%CH_{AG}}{100}\right)$$

$$Peso\ A.Grueso_{húmedo} = (850.146) * \left(1 + \frac{0.22\%}{100}\right)$$

$$Peso\ A.Grueso_{húmedo} = 847.173\ kg/m^3$$

$$Peso\ A.Fino_{húmedo} = (Peso\ A.Fino_{seco}) * \left(1 + \frac{\%CH_{AF}}{100}\right)$$

$$Peso\ A.Fino_{húmedo} = (787.933) * \left(1 + \frac{1.21\%}{100}\right)$$

$$Peso\ A.Fino_{húmedo} = 852.017\ kg/m^3$$

Entonces, la humedad superficial en los agregados, se encontró haciendo uso de las siguientes expresiones:

$$Humedad\ superficial\ del\ Agregado\ \% = +(\%CH - \%Abs)$$

$$Humedad\ superficial\ del\ Agregado\ Grueso = +(0.22\% - 0.88\%)$$

$$Humedad\ superficial\ del\ Agregado\ Grueso = -0.66\%$$

$$Humedad\ superficial\ del\ Agregado\ Fino = +(1.21\% - 1.76\%)$$

$$Humedad\ superficial\ del\ Agregado\ Fino = -0.55\%$$

m) Determinación del agua efectiva

La cantidad de agua presente en los agregados, se calculó mediante la siguiente expresión, que está en función de los pesos de estos y de la diferencia entre el contenido de humedad y el porcentaje de absorción.

$$Aporte\ humeda\ A.grueso = (Peso\ A.grueso_{seco}) * \left(\frac{\%CH - \%Abs}{100}\right) = X$$

$$(847.173) * \left(\frac{-0.66}{100}\right) = X$$

$$-5.591 = X$$

$$Aporte\ humeda\ A.fino = (Peso\ A.fino_{seco}) * \left(\frac{\%CH - \%Abs}{100}\right) = Y$$

$$(852.017) * \left(\frac{-0.55}{100}\right) = Y$$

$$-4.659 = Y$$

La cantidad de agua efectiva, es el resultado de la diferencia entre el agua de diseño y la cantidad de agua presente en los agregados.

$$Agua\ efectiva = Agua\ diseño + (X + Y)$$

$$Agua\ efectiva = 216.00 + [(-5.661) + (-4.334)]$$

$$Agua\ efectiva = 205.585\ litros$$

n) Determinación de la proporción en peso de diseño

Se determinó dividiendo los pesos de los materiales entre el peso del cemento y la proporción del agua se encontró por litros por bolsa de cemento; por ende, se tuvo que dividir entre en peso de cemento y el peso por bolsa de este (42.50 kg)

$$\frac{P_{cemento}}{P_{cemento}} = \frac{P.AF_{húmedo}}{P_{cemento}} = \frac{P.AG_{húmedo}}{P_{cemento}} = \frac{Agua\ efectiva}{\frac{P_{cemento}}{42.5\ kg}}\left(\frac{Lt}{bolza}\right)$$

$$\frac{315.789}{315.789} = \frac{797.466}{315.789} = \frac{852.017}{315.789} = \frac{205.572}{\frac{315.789}{42.5\ kg}}\left(\frac{Lt}{bolza}\right)$$

$$1 = 2.68 = 2.70 = 27.70 \left(\frac{Lt}{bolza}\right)$$

o) Resumen de los materiales

Tabla 12:
Cantidad de materiales requeridos por unidad de metro cúbico.

Materiales	Cantidad (kg/m^3)
Cemento	315.789 kg/m3
Agregado fino húmedo	847.173 kg/m3
Agregado grueso húmedo	852.017 kg/m3
Agua	205.785 li/m3

Fuente: Elaboración propia.

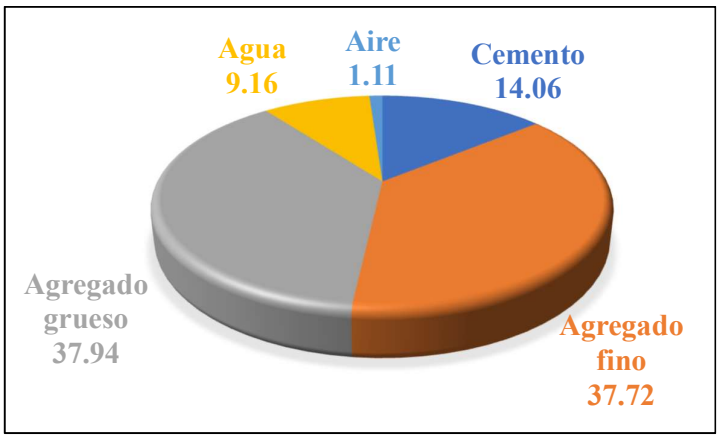


Figura 27: Representación porcentual de materiales para la elaboración de un metro cúbico

p) Cantidad de materiales para ser usados en la investigación

Como ya se tiene calculado la cantidad de materiales para la elaboración de un metro cubico de concreto, solo basto con hallar el volumen en metros cúbicos que fueron necesarios en la investigación y multiplicarlo con las proporciones de cada material.

Volumen de los moldes de las muestras cilíndricas:

$$Vol = \frac{\pi * d^2 * h}{4}$$

$$Vol = \frac{\pi * 0.1^2 * 0.2}{4}$$

$$Vol = 0.002\ m^3$$

Volumen para el ensayo de asentamiento:

$$Vol = \frac{\pi * h * (R^2 + r^2 + R * r)}{3}$$

$$Vol = \frac{\pi * 0.30 * (0.10^2 + 0.05^2 + 0.10 * 0.05)}{3}$$

$$Vol = 0.005\ m^3$$

Volumen para el ensayo de contenido de aire:

$$Vol = \frac{\pi * d^2 * h}{4}$$

$$Vol = \frac{\pi * 0.20^2 * 0.20}{4}$$

$$Vol = 0.006\ m^3$$

Volumen para ensayo de peso unitario de concreto fresco:

$$Vol = \frac{\pi * d^2 * h}{4}$$

$$Vol = \frac{\pi * 0.10^2 * 0.20}{4}$$

$$Vol = 0.002\ m^3$$

Tabla 13:
Volumen de concreto requerido por tratamiento.

Descripción	Volumen	Cantidad	Producto
Volumen en muestra cilíndrica de concreto	0.002 m^3	20	0.031 m^3
Volumen en asentamiento de la mezcla	0.005 m^3	2	0.011 m^3
Volumen en contenido de aire en la mezcla	0.006 m^3	1	0.006 m^3
Volumen en peso unitario de concreto fresco	0.002 m^3	4	0.008 m^3
Total de volumen requerido			0.057 m^3
Considerando un 10 % por desperdicio			0.060 m^3

Fuente: Elaboración propia





Teniendo el volumen de concreto necesarios para ejecutar la investigación: a continuación, se procedió a multiplicar por las proporciones de cada material, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 14:
Cantidad de materiales requeridos en la investigación por tratamiento.

Material	Cantidad de material por m^3	Cantidad de material requerido
Cemento	315.789 kg/m3	19.000 kg
Agregado fino	789.466 kg/m3	50.972 kg
Agregado grueso	852.017 kg/m3	51.263 kg
Agua	225.945 li/m3	12.381 litros

Fuente: Elaboración propia.

3.9.3. Procedimientos de ensayos en concreto freso

3.9.3.1. Contenido de aire en la mezcla

a) Equipos y materiales

- Medidor.
- Gotero de plástico.
- Varilla de 3/8” de diámetro y de 60.00 cm de longitud.
- Recipiente con agua.
- Esponjas.

b) Procedimiento de ejecución

- Se humedeció con una esponja el recipiente y la base de la parte superior del medidor.
- Se extrajo una porción homogénea de la mezcla; luego se la introdujo en el recipiente y se la llena hasta un tercio de su contenido; a continuación, con la varilla se le golpeó 25 veces en forma de espiral. Este procedimiento se repitió a los dos tercios del volumen del recipiente. Luego, se le añadió mezcla hasta colmatar el recipiente, se golpeó con la varilla 25 veces y se procedió al enrace con la plancha metálica.

• Una vez enrazado, se procedió a la limpieza del borde de la olla con la esponja, para eliminar el material. Se colocó la tapa y se le ajusto a la parte inferior con las abrazaderas.

• Se verificó que la válvula principal este cerrado. Y se abrió las válvulas de purga de aire del medidor.

• Por los orificios de una de las válvulas de aire, se le añadió agua con el gotero hasta que tenga un flujo constante por la válvula opuesta.

• Se procedió a bombear aire, haciendo movimientos verticales, hasta que en el nanómetro marque "cero".

• Las válvulas de purga de aire se cerraron; a continuación, se le abrió la válvula principal con lo cual se le añadió aire en la mezcla por presión. Posteriormente se tomó la lectura correspondiente la aguja del manómetro.

• Para no des calibrar el equipo, se le abrió la llave principal de forma suave, hasta eliminar todo el aire, luego se procedió a abrir las válvulas de purga de aire y finalmente se abrió las abrazaderas.

c) Cálculos efectuados

• Para cada tratamiento, se hizo lectura del medidor del manómetro tal y como se muestra en la siguiente imagen.



Figura 28: Ensayo contenido de aire en la mezcla

3.9.3.2. Asentamiento de la mezcla

a) Equipos y materiales

- Molde metálico de 20.00 cm de diámetro en la base, 10.00 cm de diámetro en la parte superior y con una altura de 30.00 cm.
- Martillo de goma.
- Varilla de 3/8" de diámetro y con una longitud de 60 cm.
- Base de metal.
- Cinta metálica (Wincha).

b) Procedimiento de ejecución

- Se humedeció el molde metálico, haciendo uso de una esponja. Se colocó el molde en la base de metal y se pisó para evitar movimientos.
- Se vertió la primera capa de la mezcla de concreto hasta completar un tercio del volumen del cono, con la varilla se procedió compactar con 25 veces en forma de espiral; luego, con el martillo de goma se golpeó para eliminar el aire dejado por la varilla. Este proceso se repitió a los dos tercios del volumen y finalmente se colmato con mezcla y se compacto con la varilla 25 veces y luego se procedió hacer el enrazado de la parte superior.
- Se limpió la base del cono, y se tomó de la parte superior de las abrazaderas, con mucho cuidado se retiró la presión en la parte inferior. Luego se desplazó el cono hacia arriba de forma vertical.
- Se volteó el cono y se colocó la varilla de forma horizontal y con ayuda de la wincha se midió el asentamiento desde la varilla hasta el centro del cono de la mezcla.

c) Cálculos efectuados

- No se realizó ningún cálculo, solo se procedió a medir con la cinta métrica (wincha) el asentamiento en la mezcla de concreto.







Figura 29: Ensayo asentamiento en la mezcla

3.9.3.3. Temperatura de la mezcla

a) Equipos y materiales

- Termómetro digital.
- Recipiente de metal.

b) Procedimiento de ejecución

- Se vertió en el recipiente una parte representativa de la mezcla de concreto.
- Luego, se introdujo el termómetro digital en esta, y se procedió a esperar hasta que se obtuvo una lectura constante.

c) Cálculos efectuados

- No se realizó ningún cálculo, solo se tomó la medida realizada por el termómetro digital.



Figura 30: Ensayo temperatura de la mezcla

3.9.3.4. Temperatura en materiales

a) Equipos y materiales

- Termómetro digital.

- Recipiente de metal.

b) Procedimiento de ejecución

- Se vertió en el recipiente una parte representativa de los materiales hacer usados, agregado fino, agregado grueso, cemento y agua.

- Luego, se introdujo el termómetro digital en esta y se procedió a esperar hasta que se obtenga una lectura constante en el termómetro digital. Y de esa manera se obtuvo la temperatura de los materiales: agregado fino, agregado grueso, cemento y agua.

c) Cálculos efectuados

- No se realizó ningún calculo, solo se tomó la medida realizada por el termómetro digital.

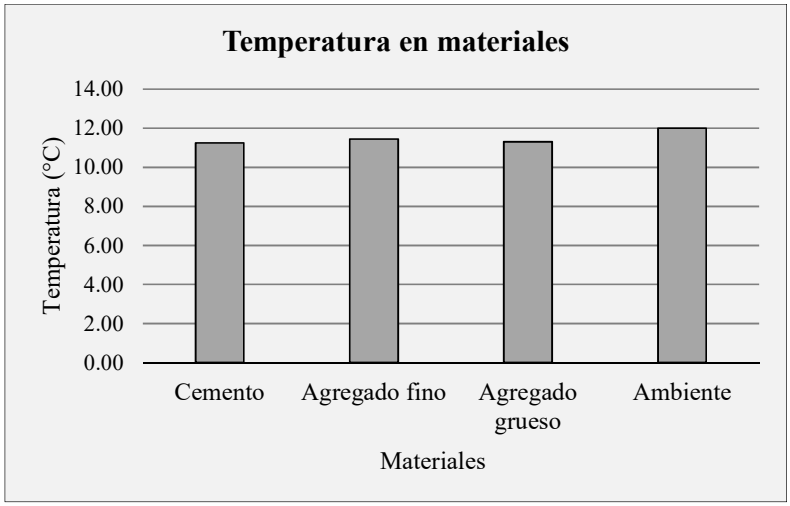


Figura 31: Temperatura en los materiales



Figura 32: Ensayo temperatura en los materiales

3.9.3.5. Peso unitario del concreto fresco

a) Equipos y materiales

- Molde de plástico de 10.00 cm de diámetro por 20.00 cm de altura.
- Varilla de 10.00 mm de diámetro por 30.00 cm de longitud, redondeada en la punta.
- Balanza electrónica.

b) Procedimiento de ejecución

- Se obtuvo una porción representativa de la mezcla de concreto.
- Luego, se tomó 4 moldes de plásticos y se las introdujo mezcla hasta la mitad de su volumen. Con la varilla se compacto por medio de 25 golpes. Luego, con el martillo de goma se golpeó para eliminar los vacíos dejados por la varilla. Se vertió mezcla hasta colmatar y con la varilla se la compacto con 25 golpes. Luego se enrazó la parte superior. Y posterior mente se limpió con una esponja los recipientes de los testigos de concreto para eliminar el material de la parte externa.
- Luego, se procedió a pesar y anotar el peso unitario del concreto.

c) Cálculos efectuados

- Se efectuó mediante la siguiente formula:

$$PU_{concreto\ fresco} = \frac{Peso_{concreto+recipient} - Peso_{recipiente}}{Vol._{recipiente\ de\ testigos}}$$

Haciendo uso de la formula anterior, se encontró en peso unitario del concreto fresco los cuales se muestran a continuación:

Datos	T1 (10 °C)	T2 (23 °C)	T3 (39 °C)	T4 (47 °C)	T5 (55 °C)
Peso concreto fresco (kg)	3.630	3.630	3.635	3.650	3.650
	3.640	3.650	3.655	3.660	3.660
	3.650	3.650	3.625	3.625	3.625
	3.630	3.625	3.630	3.615	3.605
P. promedio (kg)	3.638	3.639	3.636	3.638	3.635
V. recipiente (m^3)	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
P. Unitario (kg/m^3)	2315.704	2316.500	2314.909	2315.704	2314.113



Figura 33: Ensayo peso unitario concreto fresco

3.9.3.6. Elaboración de muestras de concreto

a) Equipos y materiales

- Molde de plástico de 10.00 cm de diámetro por 20.00 cm de altura.
- Varilla de 1.00 cm de diámetro por 30.00 cm de longitud.

b) Procedimiento de ejecución

- Se mezcló bien los materiales, con ayuda de una mezcladora.
- Se introdujo el material en los moldes, hasta la mitad de su volumen total. Luego, con la varilla se compacto el material con 25 golpes y también con el martillo de goma se golpeó ligeramente para eliminar algún vacío dejado por la varilla al momento de compactar. Posteriormente se añadió material hasta la colmatación de los moldes, con la varilla se procedió nuevamente a compactar con 25 golpes y luego se enrazó la parte superior.

3.9.4. Procedimientos de ensayos en concreto endurecido

3.9.4.1. Peso unitario del concreto endurecido

a) Equipos y materiales

- Balanza.
- Cinta métrica (wincha).

b) Procedimiento de ejecución

- Las muestras de concreto, se sacaron del agua de curado, y se dejó un promedio de media hora para eliminar el agua de la superficie de estos.

• Luego, se procedió a la determinación de las medidas de las dimensiones y al peso de cada una de las muestras.

c) Cálculos efectuados

• Peso unitario concreto endurecido (PU_{CE}):

$$PU_{CE} = \frac{P_{concreto}}{V_{concreto}}$$

Usando la formula anterior, se encontró el peso unitario del concreto endurecido para cada tratamiento y se muestra a continuación:

Datos	T1 (10 °C)	T2 (23 °C)	T3 (39 °C)	T4 (47 °C)	T5 (55 °C)
Peso Unitario concreto endurecido (kg)	3.765	3.770	3.795	3.750	3.750
	3.780	3.765	3.760	3.780	3.780
	3.770	3.750	3.745	3.750	3.750
	3.760	3.760	3.780	3.785	3.785
P. promedio (kg)	3.769	3.761	3.770	3.766	3.766
V. recipiente (m^3)	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
P. Unitario (kg/m^3)	2399.261	2394.486	2400.057	2397.669	2397.669



Figura 34: Ensayo peso unitario concreto endurecido

3.9.4.2. Resistencia a la compresión

a) Equipos y materiales

• Muestras de concreto cilíndricas.

• Prensa manual.

• Vernier de medición.

b) Procedimiento de ejecución

Las muestras de concreto, se evaluaron en función a las recomendaciones normativas, las cuales son: verificación por Longitud/Diámetro, verificación por: Variación en diámetro y verificación por: Variación en resistencia; dichos procedimientos, se muestran a continuación:

- Verificación de las muestras por: Relación Longitud/Diámetro.

Se procedió a la medida de las longitudes y los diámetros de las muestras de concreto, luego se halló la relación Longitud/Diámetro y si esta relación es menor en 1.75 se tuvo que aplicar un factor de corrección, y cuyo valor se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 15:
Factores de corrección por relación Longitud/Diámetro

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Fuente: ASTM C 39

- Verificación de las muestras por: Variación de diámetro

Se midió los diámetros de cada una de las muestras y se verifico que estas no tengan una variación mayor a un 2%, de lo contrario esas muestras no serían ensayadas.

- Verificación de las muestras por: Variación de resistencia

Se procedió a colocar los testigos de concreto, en la prensa manual; luego, se le aplicó carga constante hasta llegar a la ruptura de la muestra cilíndrica de concreto.

Posteriormente, se anotó la fuerza de ruptura y también el tipo de ruptura de cada uno de las muestras; los cuales, se logró al ser comparadas con las rupturas típicas que presentan en la siguiente imagen.

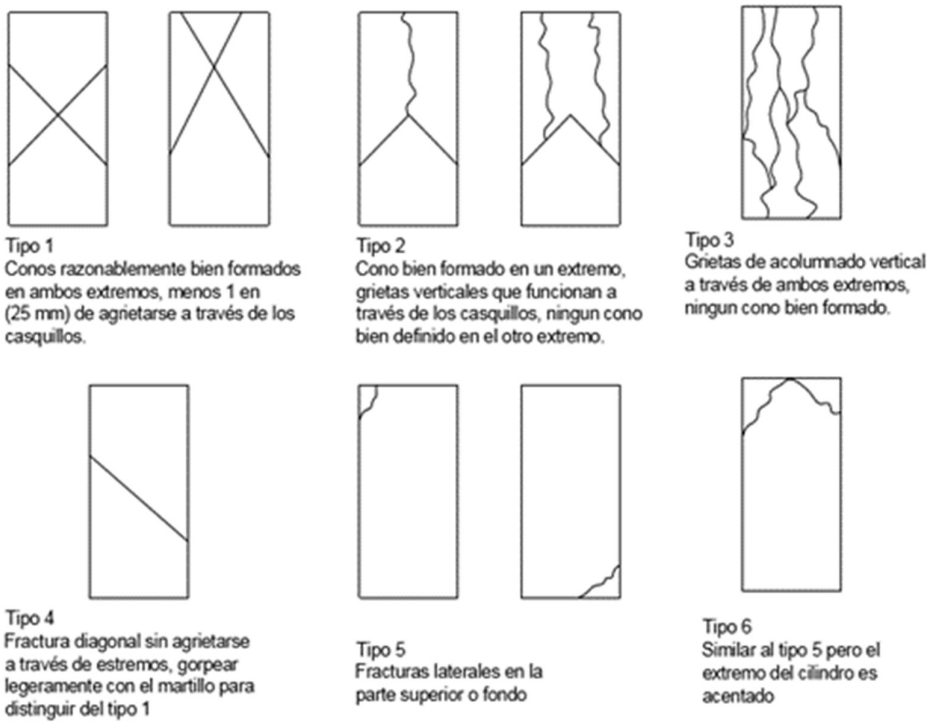


Figura 35: Rupturas típicas en muestras cilíndricas de concreto
Fuente: ASTM C 39

Debido a que, se usaron testigo de concreto de 10.00 cm de diámetro por 20.00 cm de altura, la norma ASTM C 39, recomienda que, para hallar la resistencia a la compresión, las muestras no deben de tener resistencias con variaciones en más de un 10.60%, dicho valor se observa en la siguiente tabla:

Tabla 16 :
Rango aceptable en fuerza individual de cilindros

Descripción	Coeficiente de variación	Rango aceptable en fuerza individual de cilindros	
6 x 12 pulg. (150 x 300 mm)		2 cilindros	3 cilindros
Condiciones de laboratorio	2.40 %	6.60 %	7.80 %
Condiciones de campo	2.90 %	8.00 %	9.50 %
4 x 8 pulg. (100 x 200 mm) Condiciones de laboratorio	3.20 %	9.00 %	10.60 %

Fuente: Norma ASTM C 39

Considerando lo anterior, se descartaron las resistencias en las muestras que tienen una variación en un más de 10.60% y con las demás se usaron para hallar la resistencia a la compresión promedio.

c) Cálculos efectuados

El procedimiento que se muestra a continuación, describe el procedimiento usado en la determinación de la resistencia la compresión del tratamiento 01 (agua a 10 °C) a los 7 días; el mismo procedimiento se usó para todos los tratamientos en los diferentes días de análisis (7, 14, 21 y 28 días) en el Anexo.

- Verificación de las muestras por: Relación Longitud/Diámetro

Tabla 17:
Verificación de muestras por: Relación longitud/diámetro.

Nombre de las muestras	Longitud	Diámetro	Relación Longitud/Diámetro	
T1 – 01	20.00	10.10	1.98	No corregir
T1 – 06	20.10	10.00	2.01	No corregir
T1 – 18	19.95	10.05	1.99	No corregir
T1 – 10	19.98	10.04	1.99	No corregir
T1 - 16	20.00	10.08	1.98	No corregir

Fuente: Elaboración propia.

- Verificación de las muestras por: Variación de Diámetro.

Tabla 18:
Verificación de muestras por: Variación de diámetro.

Nombre de las muestras		Diámetro		Diferencias de diámetros		Estado de la muestra
		cm	2%	Diferencias	Resultados	
T1 – 01	(a)	10.100	0.202	a – b	0.100	Usar
				a – c	0.050	Usar
T1 – 06	(b)	10.000	0.200	a – d	0.060	Usar
				a – e	0.020	Usar
T1 – 18	(c)	10.050	0.201	b – c	0.050	Usar
				b – d	0.040	Usar
T1 – 10	(d)	10.040	0.201	b – e	0.180	Usar

				c – d	0.010	Usar
				c – e	0.030	Usar
T1 – 16	(e)	10.080	0.202	d – e	0.040	Usar

Nota: se reemplazaron los nombres de las muestras por letras (a, b, c, d, e) para hallar diferencia de estos, tal y como se muestra en la comuna "Diferencias".
Fuente: Elaboración propia.

- Verificación de las muestras por: Variación de resistencia.

Tabla 19:
Verificación de muestras por: Variación de resistencia.

Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia a la compresión	Variación de la resistencia	
T1 – 01	10.100	80.118	12900.00	161.012	2.422	Usar
T1 – 06	10.000	78.540	12450.00	158.518	0.836	Usar
T1 – 18	10.050	79.327	12150.00	153.163	2.570	Usar
T1 – 10	10.040	79.169	13000.00	164.205	4.454	Usar
T1 – 16	10.080	79.801	11900.00	149.120	5.142	Usar
Promedio	10.054	79.391	12480.00	157.204		

Fuente: Elaboración propia.

- Obtención de la resistencia a la compresión promedio

Tabla 20:
Resumen de resultado en muestras de concreto.

Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia a la compresión	Tipo de fractura
T1 – 01	10.100	80.118	12900.00	161.012	Tipo 5
T1 – 06	10.000	78.540	12450.00	158.518	Tipo 5
T1 – 18	10.050	79.327	12150.00	153.163	Tipo 5
T1 – 10	10.040	79.169	13000.00	164.205	Tipo 5
T1 - 16	10.080	79.801	11900.00	149.120	Tipo 5
T1 – Prom.	10.054	79.391	12480.00	157.204	

Fuente: Elaboración propia.

La gráfica a continuación, muestra la resistencia obtenida en las muestras de concreto y además la resistencia promedio alcanzada.

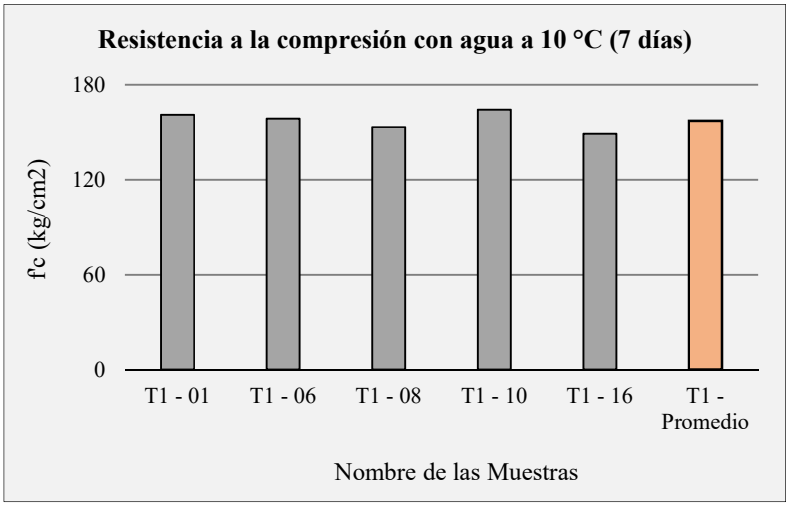


Figura 36: Representación de la resistencia a la compresión del tratamiento 1 a los 7 días



Figura 37: Ensayo resistencia a la compresión del concreto.

3.9.5. Procedimiento estadístico de los datos

El procedimiento estadístico se realizó haciendo uso del programa MINITAB 18 en su versión gratuita y cuyo procedimiento es el que se describe a continuación:

a) Diseño en Bloques

Para usar el diseño en bloques, se procedió a verificar que los datos, cumplan con los supuestos de Normalidad de los Errores del Modelo y el Supuesto de Igualdad de Varianzas por Bloques.

- **Supuesto de Normalidad de los Errores del Modelo**

Con este supuesto, se evaluó si los errores del modelo siguen una distribución normal; para ello, se usó el método de Kolmogorov – Smirnow. Para verificar este supuesto, se plantea las siguientes hipótesis:

H0: Los errores experimentales del modelo siguen una distribución normal.

H1: Los errores experimentales del modelo no siguen una distribución normal.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Residuo para Resistencia a la compresión
N		100
Parámetros normales[a,b]	Media	0.0000
	Desv. Desviación	5.02055
Máximas diferencias extremas	Absoluto	0.050
	Positivo	0.050
	Negativo	-0.048
Estadístico de prueba		0.050
Sig. asintótica(bilateral)		0.200[c,d]

a. La distribución de prueba es normal.
b. Se calcula a partir de datos.
c. Corrección de significación de Lilliefors.
d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Decisión: Según la prueba de Kolmogorov-Smirnov (para muestras grandes), se obtuvo una Sig. asintótica de 0.200 mayor a 0.05; lo que se concluye, que la prueba es no significativa; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula Ho; es decir, los errores del modelo siguen una distribución normal, a un nivel de significancia del 0.05

- **Supuesto de Igualdad de Varianzas por Bloques**

Con este supuesto se evalúa si las varianzas en los bloques tienden hacer iguales o diferentes; para ello, se usó la Prueba de Levene; entonces, para verificar este supuesto se procede plantear las siguientes hipótesis.

H0: Existe igualdad de varianzas entre bloques.

H1: No existe igualdad de varianzas entre bloques.

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error[a]

Variable dependiente:	Resistencia a la comprensión		
F	gl1	gl2	Sig.
0.950	19	80	0.526

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

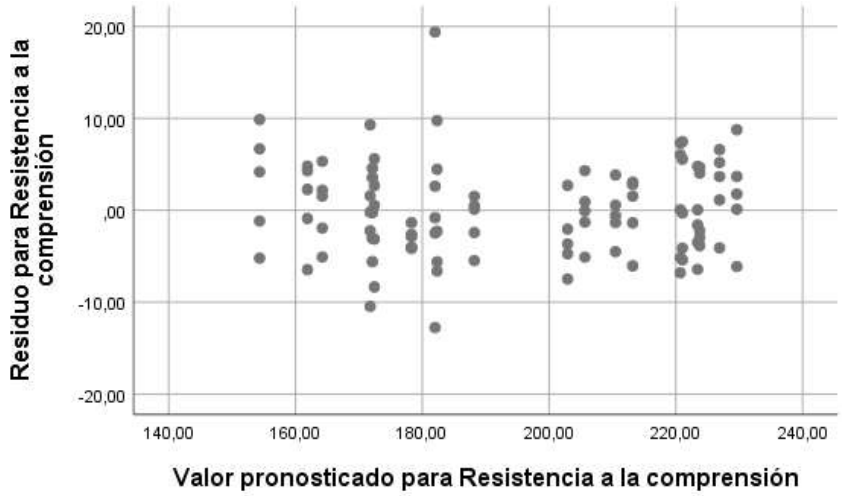
a. Diseño : Intersección + Tratamiento + Días

Decisión: Según la prueba de Levene, se obtuvo una Sig. Asintótica de 0.526 mayor a 0.05; lo que se concluye, que la prueba es no significativa por ende se acepta la hipótesis nula H0; es decir, existe igualdad de varianza entre bloques, a un nivel de significancia del 0.05

Al cumplirse los dos supuestos se aplicará la prueba de análisis de varianza para pruebas paramétricas, para determinar diferencias significativas entre factores y bloques.

b) Análisis del efecto interactivo del factor y el bloque

Con este análisis, permite verificar si es necesario hacer una evaluación conjunta de la interacción Factor - Bloque. La siguiente imagen, muestra esa interacción.



Describiendo, en la figura no se muestra ninguna tendencia lineal o curvilínea; es decir, no se muestra evidencia de la interacción conjunta Factor – Bloque; por lo que, no es necesario estudiar el efecto que provoca la interacción de estos

c) Análisis de Varianza Para Un Diseño En Bloques

Mediante esta prueba, se analiza si existe diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los factores y los bloques.

H0: Existe diferencias significativas entre las medias de los factores y los bloques.

H1: No existe diferencias significativas entre las medias de los factores y los bloques.

Pruebas de Efectos Inter-Sujetos

Variable dependiente: Resistencia a la compresión

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	59286,952[a]	7	8469.565	312.256	0.000
Intersección	3812666.163	1	3812666.163	140565.448	0.000
Temperatura °C	7338.030	4	1834.508	67.635	0.000
Días	51948.922	3	17316.307	638.418	0.000
Error	2495.388	92	27.124		
Total	3874448.502	100			
Total corregido	61782.339	99			

a. R al cuadrado = ,960 (R al cuadrado ajustada = ,957)

Según el Análisis de Varianza se observa diferencias significativas entre las temperaturas (Sig.<0.05) y también se observan diferencias significativas entre bloques (Sig.<0.05).

d) Análisis Pos ANVA o de Comparaciones Múltiples

Como se observó que hay diferencias entre las medias de los tratamientos, se hace uso de la prueba Tukey que permitirá identificar cuál o cuáles de los factores tienen la media estadísticamente diferente a las demás, esto se hace mediante el método de Comparaciones Múltiples.





Resistencia a la compresión

HSD Tukey[a,b]

Tratamiento	N	Subconjunto 1	2	3	4
10 °C	20	181.77812			
23 °C	20		189.32587		
55 °C	20			199.56685	
39 °C	20			199.88354	
47 °C	20				205.74811
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática(Error) = 27,124.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 20,000.

b. Alfa = .05.

Según la prueba Tukey a una temperatura de 47 °C presenta mayor resistencia a la compresión con un valor promedio de 205.700 kg/cm2 y a una temperatura de 10 °C una menor resistencia a la compresión con un valor promedio de 181.800 kg/cm2, a un nivel de significancia del 0.05.

Resistencia a la compresión

HSD Tukey[a,b]

Días	N	Subconjunto 1	2	3
7 días	25	167.81086		
14 días	25		177.70700	
21 días	25			216.40046
28 días	25			219.12367
Sig.		1.000	1.000	0.258

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática(Error) = 27,124.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 25,000.

b. Alfa = .05.

Según la prueba Tukey a los 21 y 28 días presenta mayor resistencia a la compresión con un valor promedio de 216.40 kg/cm2 y 219.10 kg/cm2, a un nivel de significancia del 0.05





Estadísticos Descriptivos

Variable dependiente: resistencia a la compresión

Tratamiento		Media	Desv. Desviación	N
10 °C	7 días	157.204	6.060	5
	14 días	164.633	4.009	5
	21 días	199.878	3.775	5
	28 días	205.397	3.425	5
	Total	181.778	22.043	20
23 °C	7 días	162.681	4.633	5
	14 días	171.369	7.119	5
	21 días	210.062	3.029	5
	28 días	213.191	3.809	5
	Total	189.326	23.556	20
39 °C	7 días	171.902	5.405	5
	14 días	182.277	6.992	5
	21 días	221.672	5.712	5
	28 días	223.684	4.092	5
	Total	199.884	24.258	20
47 °C	7 días	175.299	1.144	5
	14 días	187.047	2.817	5
	21 días	229.392	4.204	5
	28 días	231.255	5.421	5
	Total	205.748	25.811	20
55 °C	7 días	171.969	4.306	5
	14 días	183.209	11.675	5
	21 días	220.998	6.371	5
	28 días	222.091	4.182	5
	Total	199.567	23.876	20
Total	7 días	167.811	8.097	25
	14 días	177.707	10.776	25
	21 días	216.400	11.386	25
	28 días	219.124	9.919	25
	Total	195.260	24.981	100





- **Comparación en función a los factores:**

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Resistencia a la compresión

(I) Tratamiento		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
10 °C	23 °C	-7,54775*	1.647	0.000	-12.131	-2.965
	39 °C	-18,10542*	1.647	0.000	-22.688	-13.523
	47 °C	-23,96999*	1.647	0.000	-28.553	-19.387
	55 °C	-17,78873*	1.647	0.000	-22.372	-13.206
23 °C	10 °C	7,54775*	1.647	0.000	2.965	12.131
	39 °C	-10,55766*	1.647	0.000	-15.140	-5.975
	47 °C	-16,42224*	1.647	0.000	-21.005	-11.839
	55 °C	-10,24098*	1.647	0.000	-14.824	-5.658
39 °C	10 °C	18,10542*	1.647	0.000	13.523	22.688
	23 °C	10,55766*	1.647	0.000	5.975	15.140
	47 °C	-5,86457*	1.647	0.005	-10.447	-1.282
	55 °C	0.31668	1.647	1.000	-4.266	4.899
47 °C	10 °C	23,96999*	1.647	0.000	19.387	28.553
	23 °C	16,42224*	1.647	0.000	11.839	21.005
	39 °C	5,86457*	1.647	0.005	1.282	10.447
	55 °C	6,18126*	1.647	0.003	1.598	10.764
55 °C	10 °C	17,78873*	1.647	0.000	13.206	22.372
	23 °C	10,24098*	1.647	0.000	5.658	14.824
	39 °C	-0.31668	1.647	1.000	-4.899	4.266
	47 °C	-6,18126*	1.647	0.003	-10.764	-1.598

Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática(Error) = 27,124.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.





- **Comparación en función a los bloques**

Comparaciones múltiples

Variable dependiente:

HSD Tukey

(I) Días		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
7 días	14 días	-9,89614*	1.473	0.000	-13.751	-6.042
	21 días	-48,58960*	1.473	0.000	-52.444	-44.735
	28 días	-51,31281*	1.473	0.000	-55.167	-47.458
14 días	7 días	9,89614*	1.473	0.000	6.042	13.751
	21 días	-38,69346*	1.473	0.000	-42.548	-34.839
	28 días	-41,41667*	1.473	0.000	-45.271	-37.562
21 días	7 días	48,58960*	1.473	0.000	44.735	52.444
	14 días	38,69346*	1.473	0.000	34.839	42.548
	28 días	-2.72321	1.473	0.258	-6.578	1.131
28 días	7 días	51,31281*	1.473	0.000	47.458	55.167
	14 días	41,41667*	1.473	0.000	37.562	45.271
	21 días	2.72321	1.473	0.258	-1.131	6.578

Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática(Error) = 27,124.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.





IV. RESULTADOS

4.1. Características físicas de los agregados

Los resultados de las características físicas de los agregados, se muestran a continuación.

4.1.1. Características físicas del agregado fino

- Cantera "San Felipe". Se realizó el ensayo granulométrico y se determinó que no cumplía con los requisitos para la elaboración de concreto; por ende, solamente se hizo el ensayo granulométrico y el ensayo de contenido de humedad del agregado.

Tabla 21:
Características físicas del agregado fino, cantera "San Felipe".

Descripción	Valores
Tamaño máximo	3/8 pulg.
Módulo de fineza	1.623
Contenido de humedad	2.39 %

Fuente: Elaboración propia.

- Cantera "Cochabamba", el material procedente de esta cantera, si cumplió con los requisitos para la elaboración de concreto. De la cual, se determinó las características mostradas a continuación:

Tabla 22:
Características físicas del agregado fino, cantera "Cochabamba".

Descripción	Valores
Tamaño máximo	3/8 pulg.
Módulo de fineza	2.585
Contenido de Humedad	1.210 %
Peso específico	2.507 gr/cm^3
Porcentaje de absorción	1.760 %
Peso unitario suelto	1520.34 kg/m^3
Peso unitario compactado	1649.61 kg/m^3
Cantidad de material fino pasa Malla N° 200	3.836 %

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Características físicas del agregado grueso

Cantera "Rodiopampa", de esta cantera se extrajo el agregado grueso que se usó para la presente investigación. Dicho material si cumplió con los requerimientos normativos para la elaboración de concreto.

Tabla 23:
Características físicas del agregado grueso, cantera "Rodiopampa".

Descripción	Valores
Tamaño máximo	3/4 pulg.
Tamaño máximo nominal	1/2 pulg.
Módulo de fineza	5.898
Contenido de Humedad	0.220 %
Peso específico	2.63 gr/cm^3
Porcentaje de absorción	0.880 %
Peso unitario suelto	1387.56 gr/m^3
Peso unitario compactado	1487.57 kg/m^3

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Diseño de mezclas

Para el diseño de mezclas, se usó el método del ACI comité 211; para el cual, tuvo que requerir algunos datos para el diseño; los cuales, se muestran a continuación:

Tabla 24:
Datos para el diseño de mezclas.

Datos de diseño	Valores
Resistencia a la compresión	210.00 kg/cm^2
Tipo de consistencia de la mezcla	Plástica

Fuente: Elaboración propia.

Realizando el diseño de mezcla, se obtuvieron las siguientes cantidades de cada uno de los materiales para la elaboración de concreto:

Tabla 25:
Resultado de materiales requeridos para elaboración de concreto.

Materiales	Diseño
Relación agua/cemento (a/c)	0.684

Agua de diseño	216.00 l/m3
Cemento	315.789 kg/m3
Contenido de aire atrapado	2.50 %
Volumen unitario de agregado grueso	0.572 m3
Contenido de agregado grueso	850.146 kg
Volumen unitario de agregado fino	0.334 m3
Contenido de agregado fino	837.044 kg
Diseño corregido	
Agua efectiva	205.785 l/m3
Relación agua cemento efectiva	0.652
Contenido de Agregado fino	847.173 kg
Contenido de Agregado Grueso	852.017 kg

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Ensayos en Concreto fresco

Los ensayos realizados en concreto fresco, son los que a continuación se muestran:

4.3.1. Temperatura de la mezcla

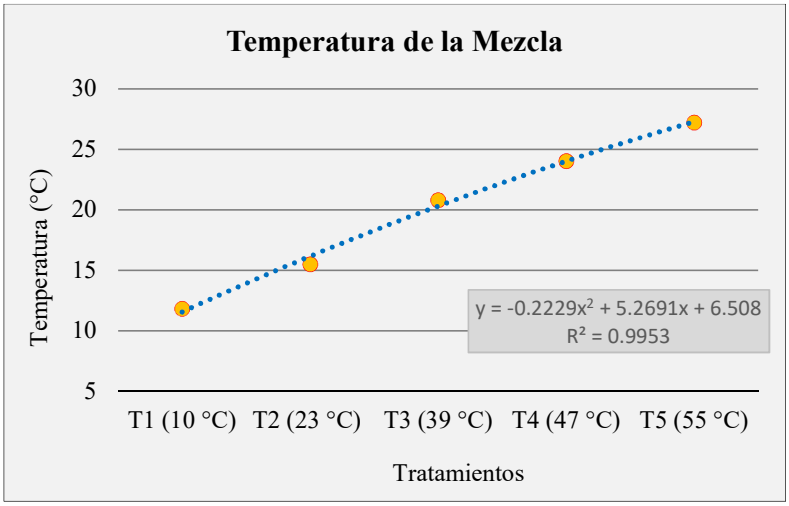


Figura 38: Temperatura de la mezcla por tratamiento

De la figura anterior; al usar agua de mezcla a 10 °C se obtuvo una temperatura en la mezcla de concreto de 11.30 °C; al usar este valor como dato base para la comparación entre tratamientos se tendría que: utilizando agua a 23 °C se alcanzó una temperatura en la mezcla de concreto de 15.60 °C; de modo que, aumentó en un 38,05 %, al usar agua de mezcla a 39 °C, la temperatura de mezcla del concreto fue de 20.10 °C; de manera que, aumentó en un

77.876 %; también, usando agua de mezcla a 47 °C, la temperatura de la mezcla de concreto fue de 24.02 °C; es decir, aumentó en un 103.56 % y por último usando agua de mezcla a 55 °C, la temperatura de mezcla del concreto alcanzó los 27.30 °C; o sea, que aumentó en un 141.59 %.

4.3.2. Contenido de aire en la mezcla

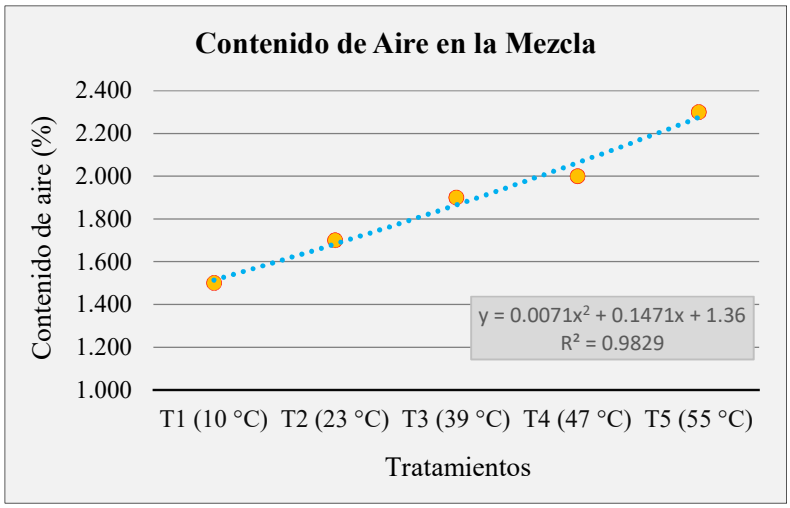


Figura 39: Contenido de aire en la mezcla por tratamiento.

De la figura anterior, al usar agua de mezcla a 10 °C, la mezcla alcanzó 1.5 % de contenido de aire, usando agua de mezcla a 23 °C el contenido de aire en la mezcla fue de 1.80 %; es decir, aumentó en un 20.00 %. Con agua de mezcla a 39 °C, la mezcla de concreto obtuvo 1.90 % de contenido de aire; o sea, que aumentó en un 26.67 %; también, usando agua de mezcla a 47 °C, el contenido de aire fue de 2.00 %; es decir, aumentó en un 33.23 % y por último, usando agua de mezcla a 55 °C, el contenido de aire en la mezcla fue de 2.30 %; o sea, que aumentó en un 53.33 %.

4.3.3. Asentamiento de la mezcla

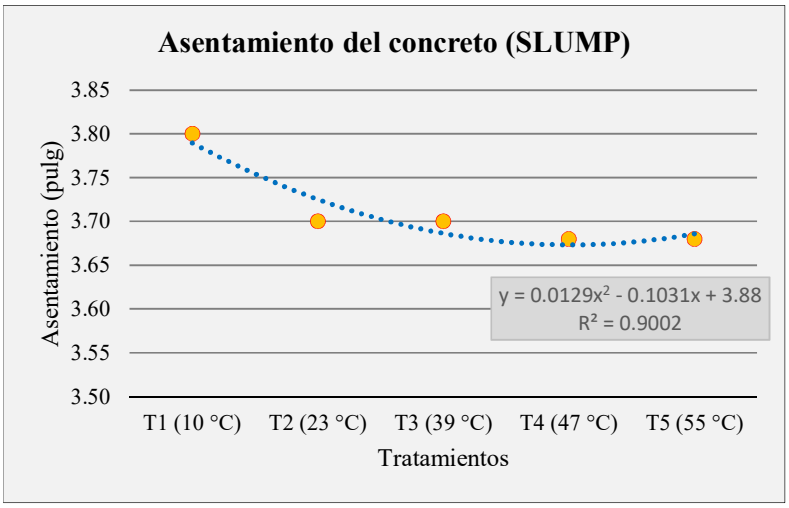


Figura 40: Asentamiento de la mezcla por tratamiento.

En cuanto al asentamiento de la mezcla, usando agua a 10 °C, el asentamiento en la mezcla fue de 3.80 pulg. Con agua de mezcla a 23 °C el asentamiento en la mezcla alcanzó 3.70 pulg; es decir, que disminuyó en un 2.63%; ahora bien, al usar agua de mezcla a 39 °C, el asentamiento en la mezcla fue de 3.70 pulg; es decir, que disminuyó en un 2.63 % y por último usando agua de mezcla a 55 °C, la mezcla obtuvo un asentamiento de 3.68; es decir, que sufrió una disminución en un 3.16 %.

4.3.4. Peso unitario del concreto fresco

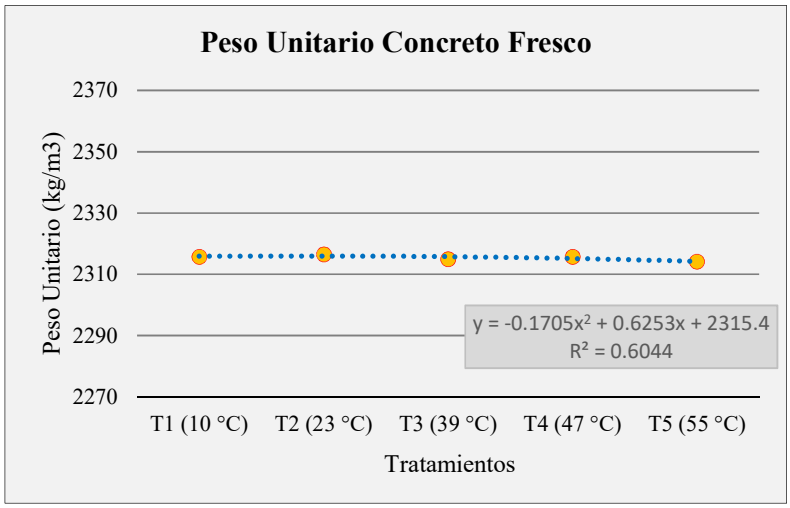


Figura 41: Peso unitario concreto fresco.

En el peso unitario del concreto fresco, no marca una tendencia al crecimiento o a la disminución de este. Es decir, que no se observa una notable variación de peso unitario entre los tratamientos.

4.4. Ensayos en concreto endurecido

4.4.1. Peso unitario del concreto endurecido

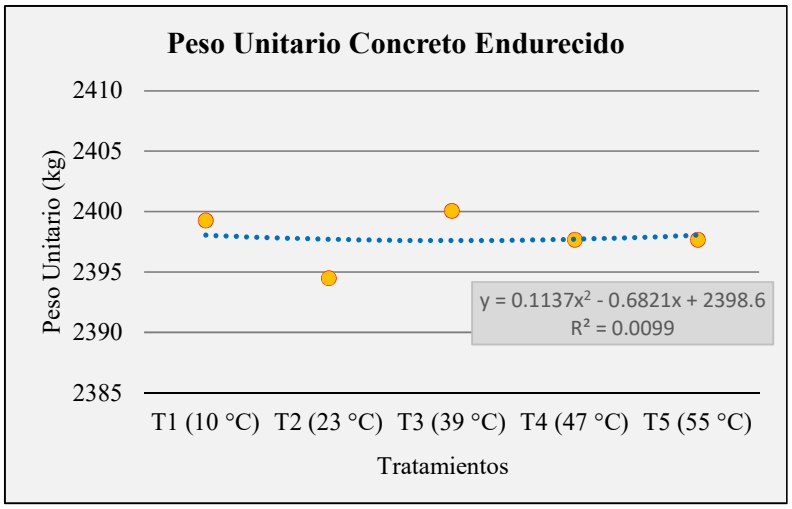


Figura 42: Peso unitario concreto endurecido

También, en el peso unitario del concreto endurecido no se observa que haya una tendencia a la disminución o al crecimiento del peso unitario.

4.4.2. Resistencia a la compresión en muestras de concreto

Los resultados mostrados a continuación, corresponden a los días en que las muestras de concreto fueron ensayadas; vale decir, a los 7 días, 14 días, 21 días y 28 días de a ver sido elaboradas las muestras.

4.4.2.1. Ensayo a compresión en muestras de concreto a los 7 días de edad

Tabla 26:
Resultado de resistencia a la compresión a los 7 días de edad.

	Nombre de las muestras	Diámetro	Carga máxima	Resistencia a la compresión	Tipo de fractura
Tratamiento 01	T1 - 01	10.100	12900.000	161.012	Tipo 5
	T1 - 06	10.000	12450.000	158.518	Tipo 5
	T1 - 08	10.050	12150.000	153.163	Tipo 5
	T1 - 10	10.040	13000.000	164.205	Tipo 5
	T1 - 16	10.080	11900.000	149.120	Tipo 5
	Resistencia a la compresión promedio con agua a 10 °C				157.204
Tratamiento 02	T2 - 02	10.034	12980.000	164.148	Tipo 4
	T2 - 05	10.034	12730.000	160.987	Tipo 5
	T2 - 09	10.034	13140.000	166.172	Tipo 2
	T2 - 14	10.034	13180.000	166.678	Tipo 3
	T2 - 19	10.034	12290.000	155.422	Tipo 5
	Resistencia a la compresión promedio con agua a 23 °C				162.681
Tratamiento 03	T3 - 02	10.024	14050.000	178.035	Tipo 5
	T3 - 07	10.024	13360.000	169.291	Tipo 2
	T3 - 12	10.024	13820.000	175.120	Tipo 5
	T3 - 15	10.024	13650.000	172.966	Tipo 5
	T3 - 20	10.024	12950.000	164.096	Tipo 5
	Resistencia a la compresión promedio con agua a 39 °C				171.902
Tratamiento 04	T4 - 03	10.008	13700.000	174.155	Tipo 2
	T4 - 06	10.008	13800.000	175.426	Tipo 5
	T4 - 08	10.008	13920.000	176.952	Tipo 5
	T4 - 15	10.008	13820.000	175.681	Tipo 5
	T4 - 19	10.008	13710.000	174.282	Tipo 5
	Resistencia a la compresión promedio con agua a 39 °C				175.299
Tratamiento 05	T5 - 05	10.008	13900.000	176.697	Tipo 2
	T5 - 07	10.008	13100.000	166.528	Tipo 5
	T5 - 11	10.008	13520.000	171.867	Tipo 5
	T5 - 13	10.008	13820.000	175.681	Tipo 5
	T5 - 18	10.008	13300.000	169.070	Tipo 5
	Resistencia a la compresión promedio con agua a 55 °C				171.969

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2.2. Ensayo a compresión en muestras de concreto a los 14 días de edad

Tabla 27:
Resultado de resistencia a la compresión a los 14 días de edad

	Nombre de las muestras	Diámetro	Carga máxima	Resistencia a la compresión	Tipo de fractura
Tratamiento 01	T1 - 02	10.100	12750.000	159.139	Tipo 2
	T1 - 04	10.050	13450.000	169.551	Tipo 5
	T1 - 13	10.050	13150.000	165.769	Tipo 5
	T1 - 18	10.080	13280.000	166.413	Tipo 5
	T1 - 20	10.060	12900.000	162.295	Tipo 5
	Resistencia a la compresión promedio con agua a 10 °C				164.633
Tratamiento 02	T2 - 01	10.024	13380.000	169.545	Tipo 4
	T2 - 07	10.024	12730.000	161.308	Tipo 5
	T2 - 08	10.024	13540.000	171.572	Tipo 5
	T2 - 15	10.024	13680.000	173.346	Tipo 2
	T2 - 17	10.024	14290.000	181.076	Tipo 5
	Resistencia a la compresión promedio con agua a 23 °C				171.369
Tratamiento 03	T3 - 06	10.054	14295.000	180.060	Tipo 5
	T3 - 10	10.054	14830.000	186.799	Tipo 5
	T3 - 11	10.054	14030.000	176.722	Tipo 5
	T3 - 14	10.054	15250.000	192.089	Tipo 5
	T3 - 17	10.054	13950.000	175.714	Tipo 2
	Resistencia a la compresión promedio con agua a 39 °C				182.277
Tratamiento 04	T4 - 02	10.010	14620.000	185.776	Tipo 5
	T4 - 07	10.010	14820.000	188.317	Tipo 5
	T4 - 12	10.010	14380.000	182.726	Tipo 5
	T4 - 18	10.010	14850.000	188.698	Tipo 5
	T4 - 20	10.010	14930.000	189.715	Tipo 5
	Resistencia a la compresión promedio con agua a 39 °C				187.047
Tratamiento 05	T5 - 01	10.010	14530.000	184.632	Tipo 5
	T5 - 02	10.010	13320.000	169.257	Tipo 5
	T5 - 09	10.010	14260.000	181.201	Tipo 5
	T5 - 15	10.010	15850.000	201.405	Tipo 5
	T5 - 20	10.010	14130.000	179.549	Tipo 5
	Resistencia a la compresión promedio con agua a 55 °C				183.209

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2.3. Ensayo a compresión en muestras de concreto a los 21 días de dad

Tabla 28:
Resultado de resistencia a la compresión a los 21 días de edad.

	Nombre de las muestras	Diámetro	Carga máxima	Resistencia a la compresión	Tipo de fractura
Tratamiento 01	T1 - 05	10.020	15840.000	200.877	Tipo 5
	T1 - 09	10.000	15650.000	199.262	Tipo 5
	T1 - 12	10.000	16150.000	205.628	Tipo 5
	T1 - 15	10.040	15690.000	198.183	Tipo 5
	T1 - 19	10.000	15350.000	195.442	Tipo 5
	Resistencia a la compresión promedio con agua a 10 °C				199.878
Tratamiento 02	T2 - 04	10.032	16280.000	205.963	Tipo 5
	T2 - 11	10.032	16530.000	209.126	Tipo 5
	T2 - 12	10.032	16940.000	214.313	Tipo 2
	T2 - 16	10.032	16680.000	211.024	Tipo 5
	T2 - 20	10.032	16590.000	209.885	Tipo 5
	Resistencia a la compresión promedio con agua a 23 °C				210.062
Tratamiento 03	T3 - 01	10.004	16950.000	215.642	Tipo 5
	T3 - 04	10.004	17960.000	228.491	Tipo 2
	T3 - 09	10.004	17050.000	216.914	Tipo 5
	T3 - 16	10.004	17350.000	220.730	Tipo 2
	T3 - 19	10.004	17810.000	226.583	Tipo 5
	Resistencia a la compresión promedio con agua a 39 °C				221.672
Tratamiento 04	T4 - 01	10.006	18130.000	230.562	Tipo 2
	T4 - 05	10.006	17520.000	222.804	Tipo 2
	T4 - 10	10.006	18360.000	233.487	Tipo 5
	T4 - 11	10.006	18250.000	232.088	Tipo 5
	T4 - 17	10.006	17930.000	228.018	Tipo 2
	Resistencia a la compresión promedio con agua a 39 °C				229.392
Tratamiento 05	T5 - 03	10.006	17930.000	228.018	Tipo 5
	T5 - 10	10.006	16820.000	213.902	Tipo 5
	T5 - 12	10.006	17360.000	220.769	Tipo 5
	T5 - 16	10.006	16950.000	215.555	Tipo 5
	T5 - 19	10.006	17830.000	226.746	Tipo 5
	Resistencia a la compresión promedio con agua a 55 °C				220.998

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2.4. Ensayo a compresión en muestra de concreto a los 28 días de edad

Tabla 29:
Resultado de resistencia a la compresión a los 28 días de edad.

	Nombre de las muestras	Diámetro	Carga máxima	Resistencia a la compresión	Tipo de fractura
Tratamiento 01	T1 - 03	10.020	16210.000	205.569	Tipo 5
	T1 - 09	10.000	15750.000	200.535	Tipo 5
	T1 - 11	10.000	16050.000	204.355	Tipo 5
	T1 - 14	10.000	16490.000	209.957	Tipo 5
	T1 - 17	10.100	16550.000	206.569	Tipo 2
	Resistencia a la compresión promedio con agua a 10 °C				205.397
Tratamiento 02	T2 - 03	10.034	17080.000	215.998	Tipo 2
	T2 - 06	10.034	16380.000	207.146	Tipo 5
	T2 - 10	10.034	16750.000	211.825	Tipo 5
	T2 - 13	10.034	16980.000	214.733	Tipo 5
	T2 - 18	10.034	17100.000	216.251	Tipo 5
	Resistencia a la compresión promedio con agua a 23 °C				213.191
Tratamiento 03	T3 - 03	10.072	17590.000	220.772	Tipo 5
	T3 - 05	10.072	17520.000	219.894	Tipo 5
	T3 - 08	10.072	18200.000	228.428	Tipo 5
	T3 - 13	10.072	17650.000	221.525	Tipo 2
	T3 - 18	10.072	18150.000	227.801	Tipo 5
	Resistencia a la compresión promedio con agua a 39 °C				223.684
Tratamiento 04	T4 - 04	10.002	18330.000	233.291	Tipo 5
	T4 - 09	10.002	18180.000	231.382	Tipo 2
	T4 - 11	10.002	17560.000	223.491	Tipo 5
	T4 - 13	10.002	18050.000	229.728	Tipo 2
	T4 - 16	10.002	18730.000	238.382	Tipo 5
	Resistencia a la compresión promedio con agua a 39 °C				231.255
Tratamiento 05	T5 - 03	10.002	17930.000	228.201	Tipo 5
	T5 - 06	10.002	17280.000	219.928	Tipo 5
	T5 - 08	10.002	17560.000	223.491	Tipo 5
	T5 - 14	10.002	17050.000	217.001	Tipo 5
	T5 - 17	10.002	17430.000	221.837	Tipo 5
	Resistencia a la compresión promedio con agua a 55 °C				222.091

Fuente: Elaboración propia.

4.5. Resultado del análisis estadístico

4.5.1. Análisis de varianza para un diseño en bloque

Mediante esta prueba, se analiza si existe diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los factores y los bloques.

H0: Existe diferencias significativas entre las medias de los factores y los bloques.

H1: No existe diferencias significativas entre las medias de los factores y los bloques.

PRUEBAS DE EFECTOS INTER-SUJETOS

Variable dependiente: Resistencia a la compresión

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	59286,952[a]	7	8469.565	312.256	0.000
Intersección	3812666.163	1	3812666.163	140565.448	0.000
Temperatura °C	7338.030	4	1834.508	67.635	0.000
Días	51948.922	3	17316.307	638.418	0.000
Error	2495.388	92	27.124		
Total	3874448.502	100			
Total corregido	61782.339	99			

a. R al cuadrado = 0,960 (R al cuadrado ajustada = 0,957)

Según el análisis de varianza se observa diferencias significativas entre las temperaturas (Sig.<0.05) y también se observan diferencias significativas entre bloques (Sig.<0.05).

4.5.2. Análisis Pos ANVA o de Comparaciones Múltiples

Como se observó que hay diferencias entre las medias de los tratamientos, se hace uso de la prueba Tukey que permitirá identificar cuál o cuáles de los factores tienen la media estadísticamente diferente a las demás, esto se hace mediante el método de comparaciones múltiples.





a) Comparaciones múltiples en función a los factores

La tabla siguiente muestra la agrupación de las resistencias a la compresión en función a los factores; es decir, a las temperaturas del agua usadas (10 °C, 23 °C, 39 °C, 47 °C y 55 °C)

Resistencia a la compresión

HSD Tukey[a,b]

		Subconjunto			
Tratamiento	N	1	2	3	4
10 °C	20	181.77812			
23 °C	20		189.32587		
55 °C	20			199.56685	
39 °C	20			199.88354	
47 °C	20				205.74811
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática(Error) = 27,124.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 20,000.

b. Alfa = .05.

Según la prueba Tukey a una temperatura de 47 °C presenta mayor resistencia a la compresión con un valor promedio de 205.700 kg/cm2 y a una temperatura de 10 °C una menor resistencia a la compresión con un valor promedio de 181.800 kg/cm2, a un nivel de significancia del 0.05.

b) Comparaciones múltiples en función a los bloques

La tabla siguiente muestra la agrupación de las resistencias a la compresión en el concreto, en función, a los bloques; es decir, a los días en que se analizaron las muestras (7, 14, 21 y 28 días).

Resistencia a la compresión

HSD Tukey[a,b]

Días	N	Subconjunto		
		1	2	3
7 días	25	167.81086		
14 días	25		177.70700	

21 días	25			216.40046
28 días	25			219.12367
Sig.		1.000	1.000	0.258

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática(Error) = 27,124.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 25,000.

b. Alfa = .05.

Según la prueba Tukey a los 21 y 28 días presenta mayor resistencia a la compresión con un valor promedio de 216.40 kg/cm2 y 219.10 kg/cm2, a un nivel de significancia del 0.05.

4.6. Comparación de las propiedades por tratamientos

4.6.1. Comparación de propiedades en concreto fresco

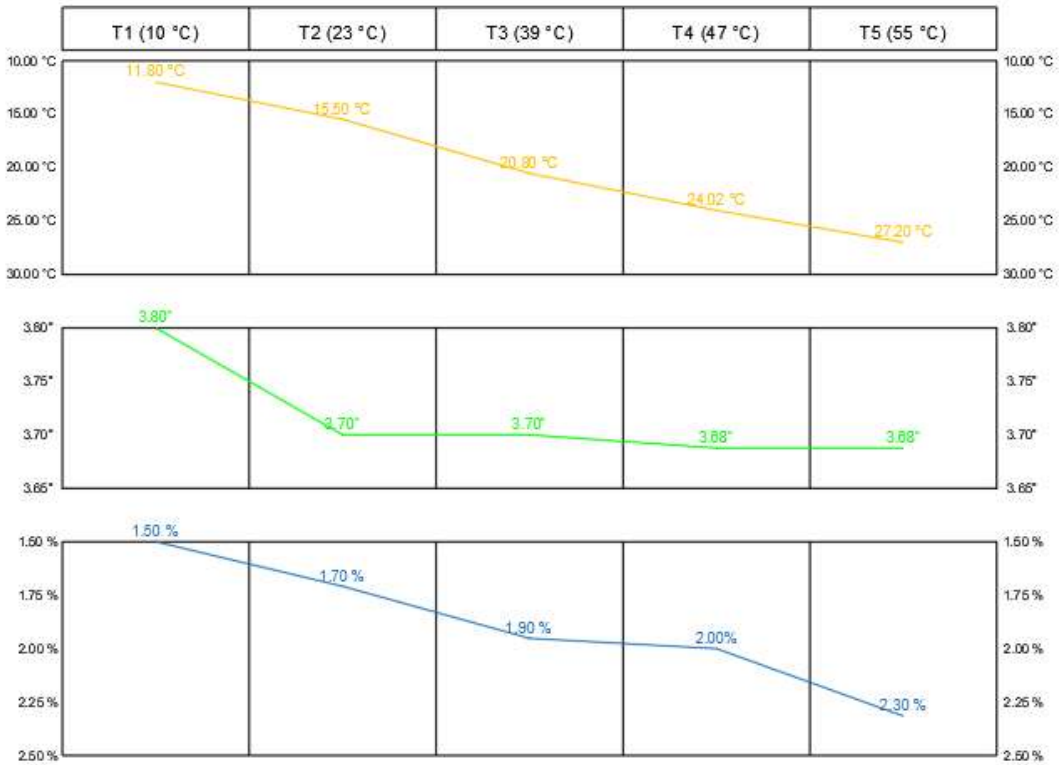


Figura 43: Resumen de propiedades en concreto fresco

De la figura anterior, se describe lo siguiente:

- A medida que la temperatura del agua aumentó, la temperatura de la mezcla también logró alcanzar una mayor temperatura. Por otra parte, el asentamiento en la mezcla, aunque con una variación pequeña, se puede evidenciar que tiende a disminuir. Por último, el

contenido de aire en la mezcla, logró alcanzar un mayor porcentaje a medida que la temperatura del agua aumentaba y analizando este valor, es muy importante, ya que en climas fríos es recomendable que la mezcla de concreto obtenga mayores porcentajes de aire atrapado.

4.6.2. Comparación de propiedades en concreto endurecido

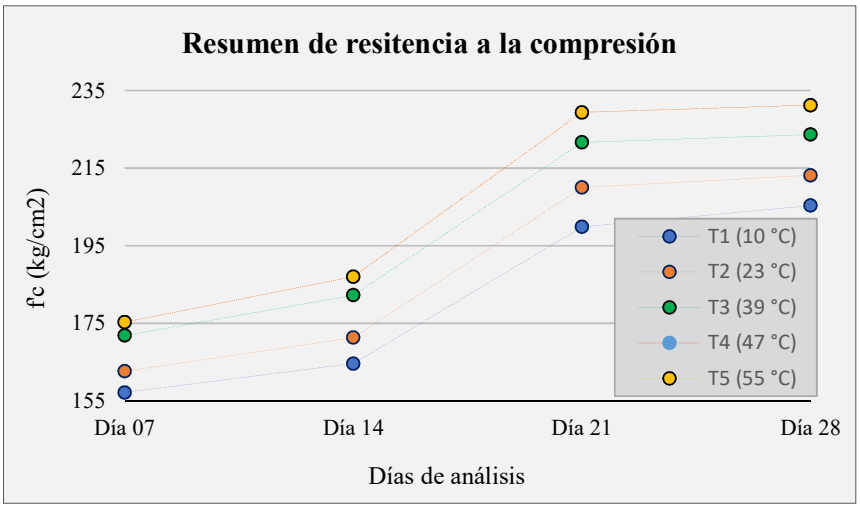


Figura 44: Resumen de la resistencia a la compresión

De la figura anterior, se puede describir lo siguiente:

- En el tratamiento 01, el que fue conformado por una temperatura de 10 °C, obtuvo la menor resistencia a la compresión con respecto a los demás tratamientos. También, se observa que, este tratamiento obtuvo una resistencia a la compresión a los 28 días de 205.397 kg/cm2; lo que quiere decir, que no alcanzó la resistencia a la compresión de diseño que fue de 210.00 kg/cm2.

- En el tratamiento 02, la resistencia a la compresión a la compresión a los 28 días alcanzó los 213.191 kg/cm2; es decir que, sí alcanzó la resistencia a la compresión de diseño; pero, se observa que tiende hacer un poco menor comparadas con las resistencias alcanzadas por los tratamientos con agua a 39 °C y 55 °C.

- En el tratamiento 03 y el tratamiento 05, nótese que las resistencias alcanzadas son similares, y estas fueron de 223.684 kg/cm2 y 222.091 kg/cm2 respectivamente, además el tratamiento 04 fue el que logro alcanzar la mayor resistencia a la compresión a la edad de 28 días.

- También, los tratamientos 03, 04 y 05; a una edad de 21 días las muestras alcanzaron una resistencia de 221.672 kg/cm2, 229.392 kg/cm2 y 220.998 kg/cm2 respectivamente; es decir, que a esta edad ya superaron la resistencia de diseño (210.00 kg/cm2), lo que, en otras palabras, la temperatura del agua no solamente influye de manera positiva en la resistencia a la compresión si no también hace que esta logre desarrollar una resistencia a la compresión de una manera más temprana.

- El tratamiento 04, a una edad de 28 días las muestras fueron los que alcanzaron la mayor resistencia a la compresión de 231.255 kg/cm2.





V. DISCUSIÓN

5.1. Discusión de la temperatura de la mezcla de concreto

En cuanto a la temperatura de la mezcla, se puede observar que hay variación directamente proporcional; es decir, que la temperatura de la mezcla del concreto aumenta a medida que la temperatura del agua alcanza una mayor temperatura. Por ende, se está justificando a lo que menciona Sánchez (2001), que la temperatura de la mezcla depende del aporte calorífico de cada uno de los materiales, ya que este valor depende de las calorías, cantidad de material y la temperatura en que se encuentran estas.

5.2. Asentamiento de la mezcla de concreto

Se observa una pequeña disminución del asentamiento de la mezcla a medida que aumenta la temperatura del agua y este cambio tiene similitudes con la investigación que realizó Castro (2014); puesto que, también obtuvo disminución del asentamiento en la mezcla a medida que aumentaba la temperatura del agua.

5.3. Contenido de aire en la mezcla de concreto.

En el contenido de aire presente en la mezcla de concreto se aprecia que hay una variación directamente proporcional; es decir, que se tiene un mayor contenido de aire a medida que se aumenta la temperatura del agua. Por ello, siguiendo las recomendaciones de la Norma Técnica Peruana E 060, es recomendable que en climas fríos la mezcla de concreto tenga un mayor contenido de aire, para que el concreto en estado endurecido no presente problemas por los efectos de la variación en las condiciones climáticas.

5.4. Peso unitario del concreto fresco y endurecido

Para el peso unitario del concreto fresco y endurecido, no existe variación significativa entre los tratamientos. Por lo que, la temperatura del agua no afecta en estas propiedades del concreto.





5.5. Resistencia a la compresión

Se observa que la temperatura del agua tiene una influencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto; esto, se evidencia en los distintos días de análisis (7, 14, 21 y 28 días). Esta influencia tiene forma de parábola cóncava; es decir, que la resistencia a la compresión aumenta a medida que el agua obtiene una mayor temperatura; pero, también se evidencia que al tener el agua un aumento excesivo en la temperatura, está también influye en la resistencia a la compresión del concreto, pero de una manera desfavorable.

También, analizando la resistencia a la compresión a los 21 días, las muestras elaboradas con agua a 39 °C, 47 °C y 55 °C, alcanzaron los valores de 221.672 kg/cm2, 229.392 kg/cm2 y 220.998 kg/cm2 respectivamente. Siendo estas, superiores la resistencia de diseño (210.000 kg/cm2), con lo que se afirma que la temperatura del agua de mezcla, logra desarrollar en el concreto una resistencia a una edad más temprana.

Mediante la Prueba Tukey, se observa que hay diferencias entre las medias de los tratamientos; las cuales, se agrupan en cuatro subconjuntos, que se describen a continuación.

Resistencia a la compresión

HSD Tukey[a,b]

		Subconjunto			
Tratamiento	N	1	2	3	4
10 °C	20	181.77812			
23 °C	20		189.32587		
55 °C	20			199.56685	
39 °C	20			199.88354	
47 °C	20				205.74811
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática(Error) = 27,124.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 20,000.

b. Alfa = .05.

De la cual, se evidencia que a una temperatura de 47 °C presenta mayor resistencia a la compresión con un valor promedio de 205.700 kg/cm2 y a una temperatura de 10 °C una

menor resistencia a la compresión con un valor promedio de 181.800 kg/cm2, a un nivel de significancia del 0.05.





VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Al caracterizar el agrego fino de la cantera “San Felipe”, este no cumplía con los límites granulométricos recomendables para la elaboración de concreto, además el módulo de fineza de 1.623, denota que el agregado es muy fino, por lo que no se usó en la presente investigación.

En cuanto a la temperatura de la mezcla, se evidencia que hay una relación directamente proporcional a la temperatura del agua; cuyos valores alcanzados son de 11.00 °C, 15.50 °C 20.80 °C, 24.02 °C y 27.20 °C usando agua a temperatura de 10 °C, 23 °C, 39 °C, 47 °C y 55 °C respectivamente. Siendo estas tres últimas, las que obtuvieron una mayor resistencia a la compresión en el concreto a los 28 días.

También, en el contenido de aire en la mezcla de concreto, se observó que la temperatura del agua influye de manera directamente proporcional al porcentaje de aire atrapado; cuyos valores, alcanzados son de 1.5%, 1.7%, 1.9%, 2% y 2.30% usando agua de mezcla a 10 °C, 23 °C, 39 °C, 47 °C y 55 °C respectivamente. En cuanto a este valor, se recomienda para zonas frías tener un mayor porcentaje, para evitar las fisuras por los cambios de temperatura.

En cuanto, a las propiedades del concreto tales como: asentamiento en la mezcla, peso unitario del concreto fresco y peso unitario del concreto endurecido, se observa que no hay una variación significativa entre los tratamientos realizados; es decir, que la temperatura del agua no tiene influencia significativa en estas propiedades.

A los 21 días de edad, la resistencia a la compresión de las muestras, se dividen en dos grupos, el primer grupo lo conforman las muestras elaboradas agua a 10 °C, 23 °C cuyas resistencias a la compresión no sobrepasaron la resistencia de diseño (210.00 kg/cm2);

siendo estas 199.878 kg/cm2 y 210.062 kg/cm2 respectivamente. El segundo grupo, las muestras elaboradas con agua a 39 °C, 47 °C y 55 °C, cuyas resistencias al contrario del primer grupo sobrepasaron las de diseño (210.00 kg/cm2), siendo estas de 211.672 kg/cm2, 229.392 kg/cm2 y 220.998 kg/cm2 respectivamente; por ende, concluimos que la temperatura del agua provoca una reacción en el concreto endurecido haciendo que este obtenga una mayor resistencia a una edad más temprana.

Comparando la resistencia a la compresión entre tratamientos a los 28 días de edad, se observa que usando agua a 10 °C se obtuvo una resistencia a la compresión de 205.397 kg/cm2; la cual, es menor a la resistencia de diseño (210.00 kg/cm2); por otra parte, usando agua entre los 39 °C, 47 °C y 55 °C estas sobrepasaron la resistencia a la compresión de diseño obtenido 223.684 kg/cm2, 231.255 kg/cm2 y 222.091 kg/cm2 respectivamente. Lo que, en otras palabras, quiere decir, que el agua influye significativamente de manera positiva en la resistencia a la compresión del concreto. Obteniendo la mayor resistencia a la compresión con agua a los 47 °C.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda hacer una investigación en la que se use como agregado fino la que se obtiene de las zonas comuneras de la ciudad de Cutervo (San Felipe); esto debido, a que este agregado que se obtiene tiene un módulo de fineza muy bajo, no cumpliendo así con las recomendaciones para la elaboración de concreto.

También, se recomienda realizar futuras investigaciones referente al tema; puesto que, la provincia de Cutervo predomina climas muy variados, y además porque en esta ciudad, no se cuenta con muchas investigaciones referidas al tema de tecnología de concreto.

También, se recomienda hacer más estudios sobre la influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto, con la finalidad de evaluar la influencia que tiene la temperatura del agua sobre el desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto a una edad más temprana, es decir, actuando como un aditivo acelerante.





VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Sánchez, D. (2001). *Tecnología del Concreto y del Mortero*. Colombia: Bhandar Editores Ltda.

Rivva, E. (2000). *Naturaleza y Materiales del Concreto*. Perú: General Borgoño.

Rivva, E. (2014). Diseño de Mezclas. Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia – ICG.

Arias, F. (2012*). El proyecto de investigación*. Venezuela: Episteme, C.A.

Abanto, F. (2009). *Tecnología del concreto*. Perú: San Marcos E.I.R.L.

Kosmatka, S.; Kerkhoff, B.; Panarese, W. & Tanesi, J. (2004*). Diseño y control de mezclas de concreto*. Estados Unidos: Orchard Road.

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgos de Desastres. (2015). *Escenario de Riesgos por Bajas Temperaturas 2015 Sector Salud*. Recuperado de http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/21D9B366E2705B7F05257ED000590375/$FILE/escenario-riesgo-bajas-temperaturas-2015-sector-salud.pdf

Castro, H. (2014). *Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2, utilizando agregados del rio cajamarquino*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

Huaricancha, N. L. (2018). *Influencia de la temperatura ambiente en la resistencia a la compresión del concreto f'c=210 kg/cm2 en más de 4380 m.s.n.m., Yanacancha – Pasco*. Universidad nacional Daniel Alcides Carrión, Pasco, Perú.

Prieto, A. y Morales, J. (2015). *Análisis de la influencia de factores ambientales en la resistencia a compresión del hormigón armado*. Universidad Alfonso X el Sabio, Villa de la Cañada, España.

Gutiérrez, H. y de la Vara, R. (). Análisis y diseño de experimentos. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V.





DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico primeramente a Dios y a la Virgen del Carmen por su infinita bondad en darme salud y sabiduría para lograr concluir mi carrera profesional. También, a mi abuela María Zoila Llatas Muños por a ver sido durante todo este tiempo un ejemplo de sencillez, superación y resiliencia para afrontar todos los retos que la vida nos pone en el día a día, saliendo de ellos con mucha humildad y lo más importante a que siempre pase lo que pase llegar a cumplir con las metas propuestas.

HILMER JOSELITO.

AGRADECIMIENTOS

A la Ingeniera Zadith Nancy Garrido Campaña por su asesoría, por el tiempo dedicado a cada consulta e interpretación, por su confianza y amistad que hizo posible la elaboración de la presente investigación.

A la Universidad Nacional de Jaén, por contribuir en nuestra formación académica y profesional, también por haber permitido hacer uso del laboratorio donde se realizó los diversos ensayos que hicieron posible el desarrollo de la presente investigación.

A mis padres, María Asunción Goicochea Llatas y Jorge Leiva Altamirano, mis hermanos y familiares por su comprensión y su apoyo en todo momento.

Y sobre todo a Dios por ser el pilar de nuestras vidas, y ofrecernos las fuerzas necesarias, en cada momento de nuestro desarrollo personal.

EL AUTOR.

ANEXOS

ANEXO 01: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

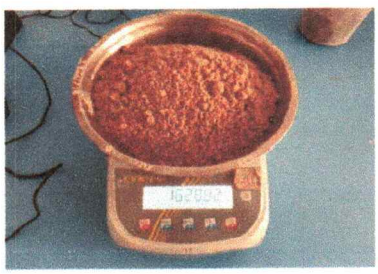
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGRAGADO FINO
MTC E 215 - ASTM C 566

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Cantera	:	"San Felipe"		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	744771 E	9289456 N
Ubicación	:	San Felipe - Cutervo - Cajamrca		

ESTUDIO DE AGREGADO

Número de ensayo	I	II	III
Nombre del contenedor	C1	C2	C3
Datos Registrados			
Peso del contenedor + Ag. Fino húmedo(gr)	1379.230	1646.910	1628.830
Peso del contenedor + Ag. Fino seco (gr)	1349.360	1611.910	1593.560
Peso del contenedor (gr)	73.510	146.590	123.930
Cálculos			
Peso del agua (gr)	29.870	35.000	35.270
Peso de partículas sólidas (gr)	1275.850	1465.320	1469.630
Contenido de Humedad (%)	2.341	2.389	2.400

El contenido de humedad promedio del agreagado fino de la cantera San Felipe es de 2.39 %





Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

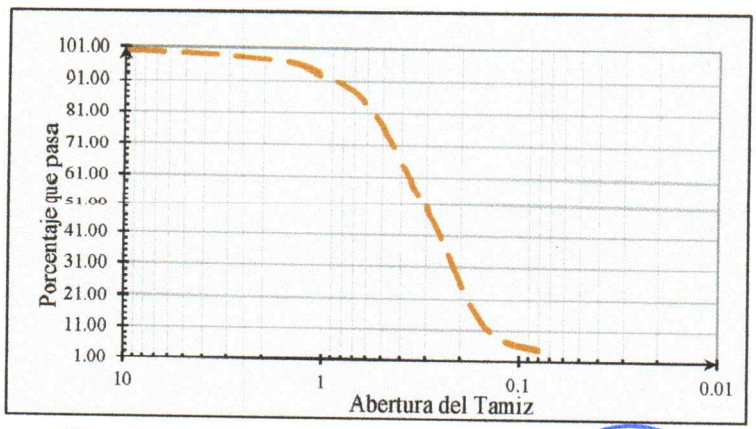
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
MTC E 204 – ASTM C 136

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Cantera	:	"San Felipe"		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	744771 E	9289456 N
Ubicación	:	San Felipe - Cutervo - Cajamrca		

ESTUDIO DE AGREGADO

Peso agregado fino inicial (gr)	1469.69

Abertura de Tamiz		Peso Retenido	P. Retenido Parcial	P. Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa
Pulg.	mm.				
3/8"	9.53	0.000	0.000	0.000	100.000
Nº 04	4.76	10.500	0.714	0.714	99.286
Nº 08	2.38	21.570	1.468	2.182	97.818
Nº 16	1.19	46.030	3.132	5.314	94.686
Nº 30	0.59	171.140	11.645	16.959	83.041
Nº 50	0.3	475.300	32.340	49.299	50.701
Nº 100	0.15	565.640	38.487	87.786	12.214
Nº 200	0.07	118.020	8.030	95.816	4.184
Bandeja		58.160			
Total		1,466.360			



Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO
ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Facultad de Ingenieria Civil

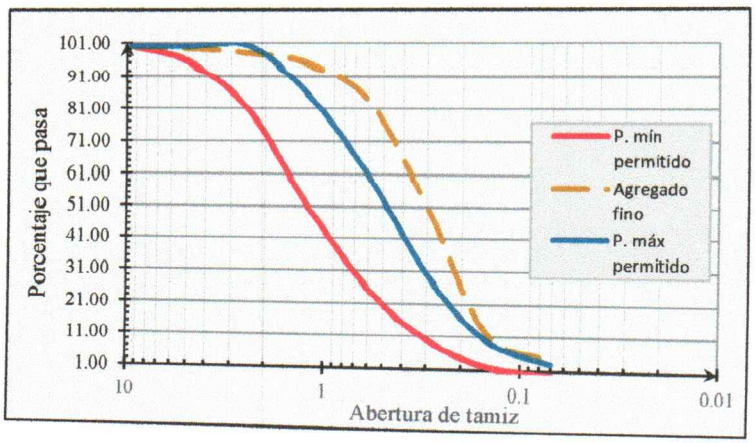
ANÁLISIS DE DATOS

1.- Módulo de fineza

Modulo de fineza 1.623

2.- Comparación en límites granulométricos

Abertura de Tamiz		P. mín permitido	Agregado fino	P. máx permitido
Pulg.	mm.			
3/8"	9.53	100	100.000	100.00
Nº 04	4.76	95	99.286	100.00
Nº 08	2.38	80	97.818	100.00
Nº 16	1.19	50	94.686	85.00
Nº 30	0.59	25	83.041	60.00
Nº 50	0.3	10	50.701	30.00
Nº 100	0.15	2	12.214	10.00
Nº 200	0.07	0	4.184	3.00



3.- Observación

El agregado fino de la Cantera San Felipe, No cumple con los límites establecidos, y tambien el módulo de fineza de 1.623 no está dentro del rango permitido.

Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN LABORATORIO INGENIERIA CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

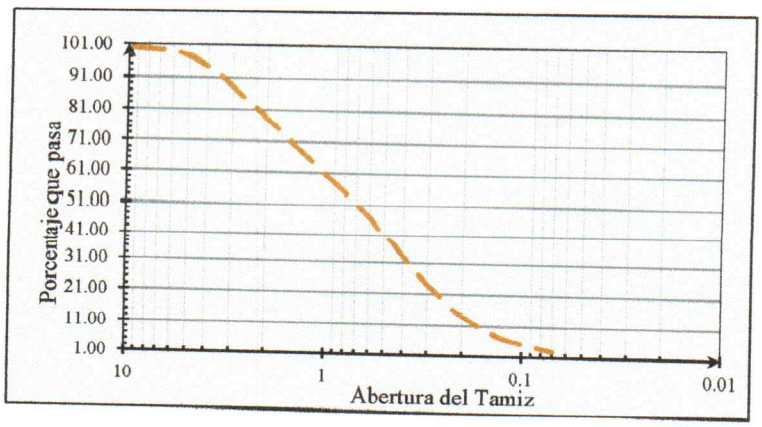
Laboratorio de Ingeniería Civil

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
MTC E 204 – ASTM C 136

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Cantera	:	"Cochabamba"		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	733746 E	9284680 N
Ubicación	:	Cochabamba - Chota - Cajamarca		

ESTUDIO DE AGREGADO	
Peso agregado fino inicial (gr)	1000.00

Abertura de Tamiz		Peso Retenido	P. Retenido Parcial	P. Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa
Pulg.	mm.				
3/8"	9.53	0.000	0.000	0.000	100.000
Nº 04	4.76	28.830	2.883	2.883	97.117
Nº 08	2.38	141.702	14.170	17.053	82.947
Nº 16	1.19	182.780	18.278	35.331	64.669
Nº 30	0.59	181.360	18.136	53.467	46.533
Nº 50	0.3	225.910	22.591	76.058	23.942
Nº 100	0.15	147.190	14.719	90.777	9.223
Nº 200	0.07	62.810	6.281	97.058	2.942
Bandeja		27.300			
Total		997.882			



Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO INGENIERÍA CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Facultad de Ingeniería Civil

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
MTC E 204 – ASTM C 136

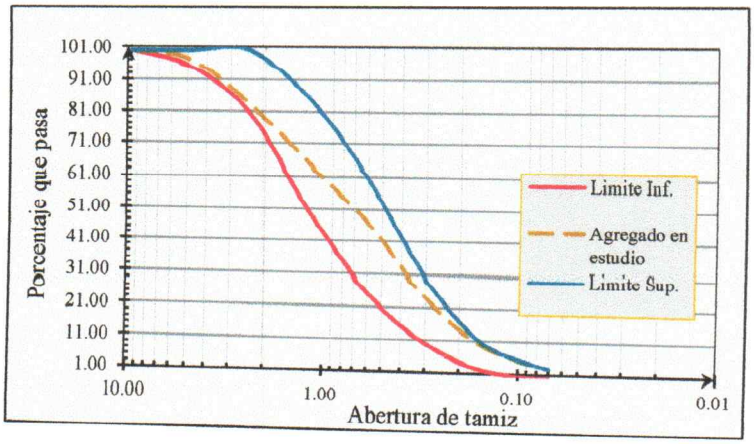
ANÁLISIS DE DATOS

1.- Módulo de fineza

Modulo de fineza 2.585

2.- Comparación en límites granulométricos

Abertura de Tamiz		Limite Inf.	Agregado en estudio	Limite Sup.
Pulg.	mm.			
3/8"	9.53	100	100.000	100.00
N° 04	4.76	95	97.117	100.00
N° 08	2.38	80	82.947	100.00
N° 16	1.19	50	64.669	85.00
N° 30	0.59	25	46.533	60.00
N° 50	0.30	10	23.942	30.00
N° 100	0.15	2	9.223	10.00
N° 200	0.07	0	2.942	3.00



2.- Observación

El agregado fino, si cumple con los requerimientos, puesto que se encuentra dentro de los límites máximos y mínimos establecidos. Y el módulo de fineza de 2.585 cumple también con los requerimientos.

Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO
ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
MTC E 205 - ASTM C 128

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Cantera	:	"Cochabamba"		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	733746 E	9284680 N
Ubicación	:	Cochabamba - Chota - Cajamarca		

ESTUDIO DE AGREGADO

Peso del agregado seco		
Peso agregado fino seco + bandeja (gr)	a	610.440
Peso bandeja (gr)	b	119.090
Peso agregado fino seco (gr)	a - b	491.350
Cantidad de agua añadida		
Peso del picnómetro + agua + muestra (gr)	a	1016.310
Peso picnómetro + muestra (gr)	b	721.530
Cantidad de agua añadida (gr)	a - b	294.780
Peso específico de masa		
Peso agregado fino seco (gr)	a	491.350
Peso picnómetro + agua (gr)	b	712.280
Peso agregado superficialmente seco (gr)	c	500.000
Peso del picnómetro + muestra + agua	d	1016.310
Peso especifico de masa (gr/cm3)	a/(b+c-d)	2.507
Peso específico de masa superficialmente seca		
Peso muestra saturada y superficialmente seca (gr)	a	500.000
Peso picnómetro + agua (gr)	b	712.280
Peso del picnómetro + agua + muestra (gr)	c	1016.310
Peso especifico de masa superficialmente seca	a/(a+b-c)	2.551
Peso específico aparente		
Peso agregado fino seco (gr)	a	491.350
Peso picnómetro + agua (gr)	b	712.280
Peso del picnómetro + agua + muestra (gr)	c	1016.310
Peso especifico aparente	a/(a+b-c)	2.623
Porcentaje de absorción		
Peso muestra saturada y superficialmente seca (gr)	a	500.000
Peso agregado fino seco (gr)	b	491.350
Porcentaje de absorción (%)	100*(a-b)/b	1.760

Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO
ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO
MTC E 215 - ASTM C 566

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Cantera	:	"Cochabamba"		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	733746 E	9284680 N
Ubicación	:	Cochabamba - Chota - Cajamarca		

ESTUDIO DE AGREGADO

Número de ensayo	I	II	III
Nombre del contenedor	**C1**	**C2**	**C3**
Datos Registrados			
Peso del contenedor + Ag. Fino húmedo(gr)	1840.540	1742.550	1617.930
Peso del contenedor + Ag. Fino seco (gr)	1819.350	1724.100	1599.500
Peso del contenedor (gr)	115.200	119.020	118.020
Cálculos			
Peso del agua (gr)	21.190	18.450	18.430
Peso de partículas sólidas (gr)	1704.150	1605.080	1481.480
Contenido de Humedad (%)	1.243	1.149	1.244

Observación:

La humedad promedio del agregado fino de la cantera "Cochabamba", es de 1.21 %





Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Cantera	:	"Cochabamba"		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	733746 E	9284680 N
Ubicación	:	Cochabamba - Chota - Cajamarca		

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO
MTC E 203 - ASTM C 29

ESTUDIO DE AGREGADO

Número de ensayo	I	II	III
Nombre del contenedor	C1	C2	C3
Datos Registrados			
Peso contenedor + Ag. Fino suelto (gr)	16555.23	16545.32	16549.54
Peso del contenedor (gr)	8490.23	8488.98	8491.21
Volumen del contenedor (m^3)	0.01	0.01	0.01
Cálculos			
Peso Ag. Fino suelto (kg)	8.07	8.06	8.06
Peso unitario Ag. Fino suelto (kg/m^3)	1521.29	1519.65	1520.03

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO
MTC E 203 - ASTM C 29

ESTUDIO DE AGREGADO

Número de ensayo	I	II	III
Nombre del contenedor	C1	C2	C3
Datos registrados			
Peso contenedor + A Fino compactado (gr)	17218.70	17229.60	17228.21
Peso del contenedor (gr)	8480.00	8480.21	8480.01
Volumen del contenedor (cm^3)	0.01	0.01	0.01
Cálculos			
Peso Ag. Fino compactado (kg)	8.74	8.75	8.75
Peso unitario A. Fino compactado (kg/m^3)	1648.364	1650.381	1650.156

Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200
MTC E 202 - ASTM C 117

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Cantera	:	"Cochabamba"		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	733746 E	9284680 N
Ubicación	:	Cochabamba - Chota - Cajamarca		

ESTUDIO DE AGREGADO	
Peso muestra seca	1612.200
Peso muestra lavada seca	1550.350
Cálculos	
Peso del material que pasa la malla N° 200	61.850
Porcentaje que pasa la malla N° 200	3.836

PANEL FOTOGRÁFICO









Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

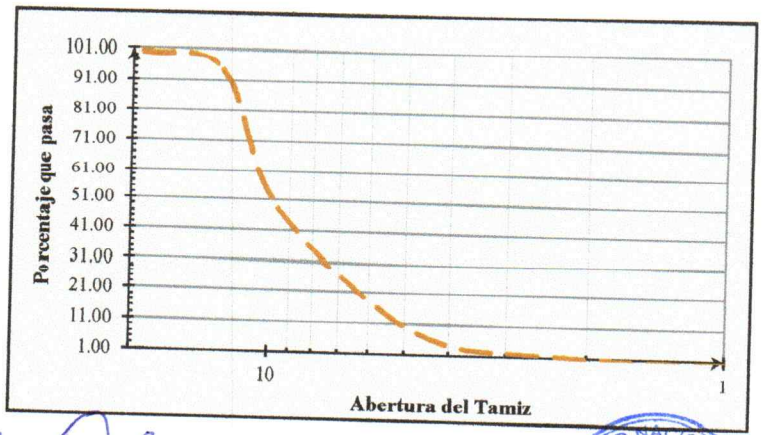
Laboratorio de Ingeniería Civil

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO
MTC E 204 – ASTM C 136

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Cantera	:	"Rodiopampa"		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	737308 E	9291509 N
Ubicación	:	Rodiopampa - Cutervo - Cajamarca		

ESTUDIO DE AGREGADO	
Peso agregado grueso lavado (gr)	3747.550

Abertura de Tamiz		Peso Retenido	P. Retenido Parcial	P. Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa
Pulg.	mm.				
3/4"	19.05	0.000	0.000	0.000	100.000
1/2"	12.7	211.040	5.631	5.631	94.369
3/8"	9.53	1728.610	46.126	51.758	48.242
Nº 04	4.76	1493.040	39.840	91.598	8.402
Nº 08	2.38	255.260	6.811	98.410	1.590
Nº 16	1.19	58.100	1.550	99.960	0.040
Nº 30	0.59	0.000	0.000	99.960	0.040
Nº 50	0.3	0.000	0.000	99.960	0.040
Nº 100	0.15	0.000	0.000	99.960	0.040
Nº 200	0.07	0.000	0.000	99.960	0.040
Bandeja		0.00			
Total		3746.05			



Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO
ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Facultad de Ingeniería Civil

ANÁLISIS DE DATOS

1.- Módulo de fineza

Módulo de fineza	5.898

2.- Tamaño máximo nominal

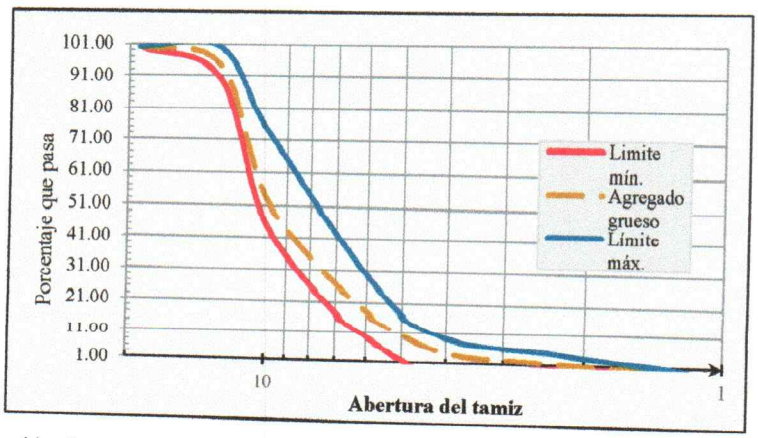
Tamaño máximo nominal (TMN)	1/2"

3.- Tamaño máximo

Tamaño máximo (TM)	3/4"

4.- Comparación con límites granulométricos permitidos

Abertura de Tamiz		Limite mín.	Agregado grueso	Límite máx.
Pulg.	mm.			
3/4"	19.05	100	100.000	100
1/2"	12.7	90	94.369	100
3/8"	9.53	40	48.242	70
Nº 04	4.76	0	8.402	15
Nº 08	2.38	0	1.590	5
Nº 16	1.19	0	0.040	0



Obserbación: la curva granulométrica esta dentro de los límites recomendados; por tanto, si se puede usar para le elaboración de concreto.

Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO
MTC E 206 - ASTM C 127

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Cantera	:	"Rodiopampa"		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	737308 E	9291509 N
Ubicación	:	Rodiopampa - Cutervo - Cajamarca		

ESTUDIO DE AGREGADO		
Peso agregado grueso seco		
Peso agregado grueso seco + bandeja (gr)	a	2266.86
Peso bandeja (gr)	b	118.72
Peso agregado grueso seco (gr)	a - b	2148.14
Peso agregado grueso saturado superficialmente seco		
Peso agregado superficialmente seco + P. bandeja (gr)	a	2279.19
Peso bandeja (gr)	b	112.25
Peso agregado grueso superfialmente seco (gr)	a - b	2166.94
Peso agregado grueso saturado		
Peso agregado en agua + canasta metalica en agua (gr)	a	3317.21
Peso canasta metalica en agua (gr)	b	1984.58
Peso agregado grueso saturado en agua (gr)	a - b	1332.63
CÁLCULOS		
Peso específico aparente del agregado grueso		
Peso agregado grueso seco (gr)	a	2148.14
Peso agregado grueso saturada en agua (gr)	b	1332.63
Peso especificó aparente del agregado grueso	a/(a - b)	2.634
Peso específico de masa		
Peso agregado grueso seco (gr)	a	2148.14
Peso agregado grueso superficialmente seco (gr)	b	2166.94
Peso agregado grueso saturado en agua (gr)	c	1332.63
Peso especificó agregado grueso superficialmente seco	a/(b - c)	2.575
Peso especifico de masa saturada con superficie seca		
Peso agregado grueso superfialmente seco (gr)	a	2166.94
Peso agregado grueso saturado en agua (gr)	b	1332.63
Peso especificó de masa saturada con superfiice seca	a/(a - b)	2.60
Porcentaje de absorción agregado grueso		
Peso especificó agregado grueso superficialmente seco	a	2166.94
Peso agregado grueso superfialmente seco (gr)	b	2148.14
Porcentaje absorcion agregado grueso (%)	100*(a - b)/b	0.875

Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO
ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

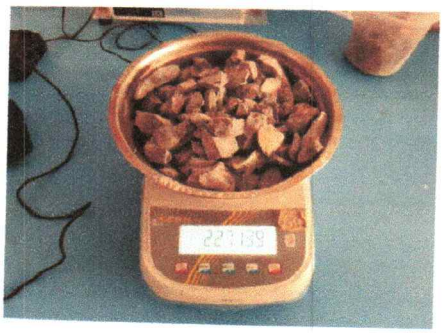
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO
MTC E 215 - ASTM C 566

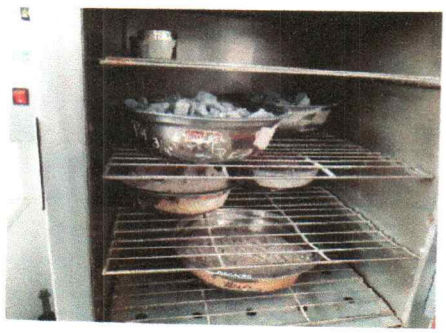
DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Cantera	:	"Rodiopampa"		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	737308 E	9291509 N
Ubicación	:	Rodiopampa - Cutervo - Cajamarca		

ESTUDIO DE AGREGADO

Número de Ensayo	I	II	III
Nombre del Contenedor	**AG1**	**AG2**	**AG3**
Datos registrados			
Peso contenedor + Ag. Grueso húmedo (gr)	2216.34	2271.39	2256.12
Peso contenedor + Ag. Grueso Seco (gr)	2211.71	2266.86	2251.23
Peso del contenedor (gr)	112.25	118.72	116.52
Cálculos			
Peso del agua (gr)	4.63	4.53	4.89
Peso de partículas sólidas (gr)	2099.46	2148.14	2134.71
Contenido de Humedad (%)	0.22	0.21	0.23

El contenido de humedad promedio del agregado grueso de la cantera es de 0.220%





Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Cantera	:	"Rodiopampa"		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	737308 E	9291509 N
Ubicación	:	Rodiopampa - Cutervo - Cajamarca		

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO
MTC E 203 - ASTM C 29

Número de ensayo	I	II	III
Nombre del contenedor	**C1**	**C2**	**C3**
Datos registrados			
Peso contenedor +A Grueso suelto (gr)	15849.87	15845.66	15842.91
Peso contenedor (gr)	8490.00	8490.21	8490.12
Volumen del contenedor (m^3)	0.01	0.01	0.01
Cálculos			
Peso Ag. Grueso suelto (kg)	7.36	7.36	7.35
Peso unitario Ag. Grueso suelto (kg/m^3)	1388.28	1387.44	1386.94

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GRUESO
MTC E 203 - ASTM C 29

Número de ensayo	I	II	III
Nombre del contenedor	**C1**	**C2**	**C3**
Datos Registrados			
Peso contenedor +AG compactado (gr)	16378.32	16376.21	16374.23
Peso contenedor (gr)	8490.01	8490.06	8490.10
Volumen del contenedor (m^3)	0.01	0.01	0.01
Cálculos			
Peso Ag. Grueso compactado (kg)	7.89	7.89	7.88
Peso unitario AG compactado (kg/m^3)	1487.96	1487.55	1487.17

Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

ANEXO 02: ENSAYOS EN CONCRETO FRESCO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

ENSAYO: CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO
MTC E 706 - ASTM C 231

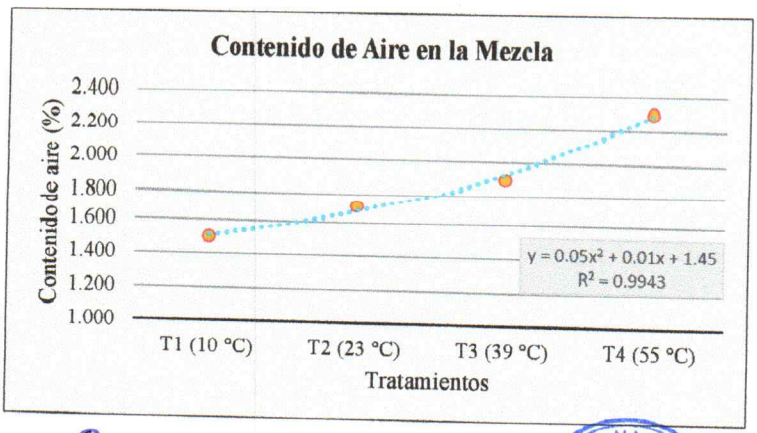
DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Ubicación	:	Urbanizacion Santa Celia - Cutervo - Cajamarca		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	741535 E	9293506 N

REGISTRO DE ENSAYO

Tratamiento	Contendo de aire (%)
T1 (10 °C)	1.500
T2 (23 °C)	1.700
T3 (39 °C)	1.900
T4 (55 °C)	2.300

ANÁLISIS DEL ENSAYO

Nombre del tratamiento	Cont. Aire en la mezcla (%)	Representación porcentual	
		Total (%)	Variación (%)
T1 (10 °C)	1.500	100.000	0.000
T2 (23 °C)	1.700	113.333	13.333
T3 (39 °C)	1.900	126.667	26.667
T4 (55 °C)	2.300	153.333	53.333



Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

ENSAYO: ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)
MTC E 705 - ASTM C 143

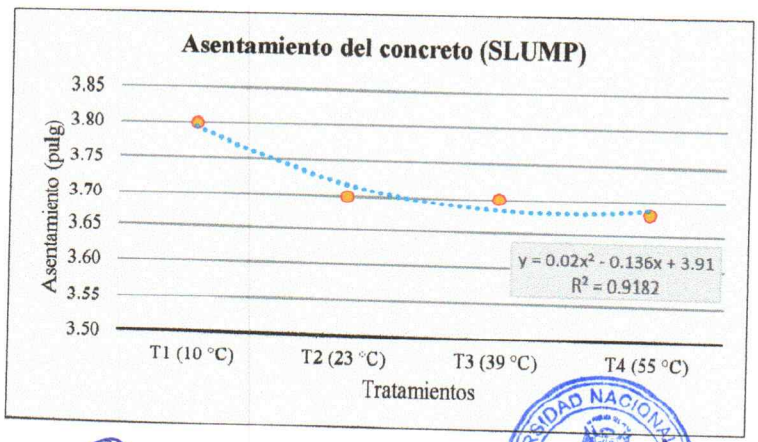
DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Ubicación	:	Urbanización Santa Celia - Cutervo - Cajamarca		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	741535 E	9293506 N

REGISTRO DE ENSAYO

Tratamiento	Asentamiento
T1 (10 °C)	3.800
T2 (23 °C)	3.700
T3 (39 °C)	3.700
T4 (55 °C)	3.680

ANÁLISIS DEL ENSAYO

Nombre del tratamiento	Asentamiento (pulg)	Representación porcentual	
		Total (%)	Variación (%)
T1 (10 °C)	3.80	100.00	0.00
T2 (23 °C)	3.70	97.37	-2.63
T3 (39 °C)	3.70	97.37	-2.63
T4 (55 °C)	3.68	96.84	-3.16



Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

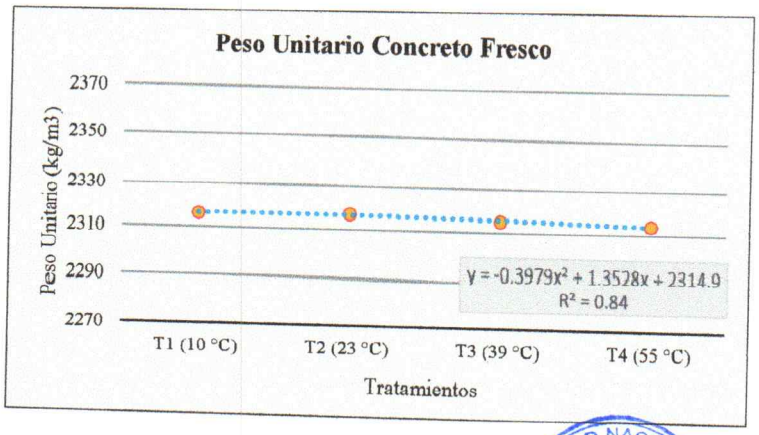
ENSAYO: PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO

DATOS INFORMATIVOS			
Tesis :	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable :	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Ubicación :	Urbanización Santa Celia - Cutervo - Cajamarca		
Coordenadas UTM :	Zona 17	741535 E	9293506 N

Datos	T1 (10 °C)	T2 (23 °C)	T3 (39 °C)	T4 (55 °C)
Peso concreto fresco (kg)	3.630	3.630	3.635	3.650
	3.640	3.650	3.655	3.660
	3.650	3.650	3.625	3.625
	3.630	3.625	3.630	3.605
P. promedio (kg)	3.638	3.639	3.636	3.635
V. recipiente (m^3)	0.002	0.002	0.002	0.002
P. Unitario (kg/m^3)	2315.704	2316.500	2314.909	2314.113

ANÁLISIS DEL ENSAYO

Tratamientos	Peso unitario (kg/m^3)	Variación porcentual	
		Total (%)	Variación (%)
T1 (10 °C)	2315.704	100.000	-
T2 (23 °C)	2316.500	100.034	0.034
T3 (39 °C)	2314.909	99.966	-0.034
T4 (55 °C)	2314.113	99.931	-0.069



Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

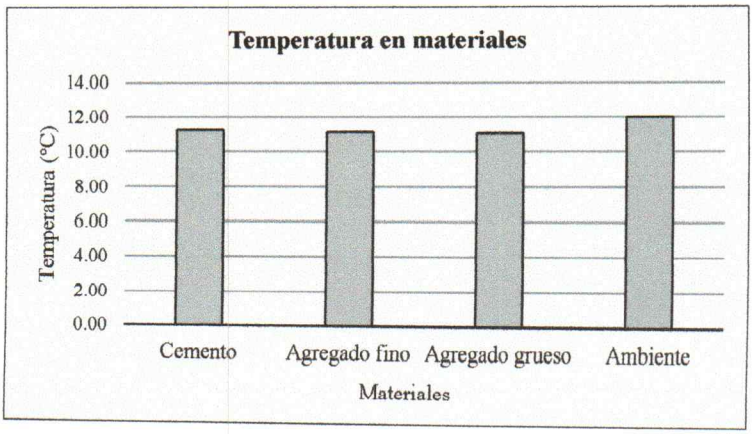
Laboratorio de Ingeniería Civil

ENSAYO: TEMPERATURA DE MEZCLA DE CONCRETO
MTC E 724 - ASTM C 1064

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Ubicación	:	Urbanización Santa Celia - Cutervo - Cajamarca		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	741535 E	9293506 N

TEMPERATURAS REGISTRADAS EN MATERIALES

Temperatura	°C
Cemento	11.20
Agregado fino	11.10
Agregado grueso	11.00
Ambiente	12.00



TEMPERATURAS REGISTRADAS

Tratamiento	Temperatura del Agua (°C)	Temperatura de la Mezcla (°C)
Temperatura 01	10.00	11.30
Temperatura 02	23.00	15.60
Temperatura 03	39.00	20.80
Temperatura 04	55.00	27.20

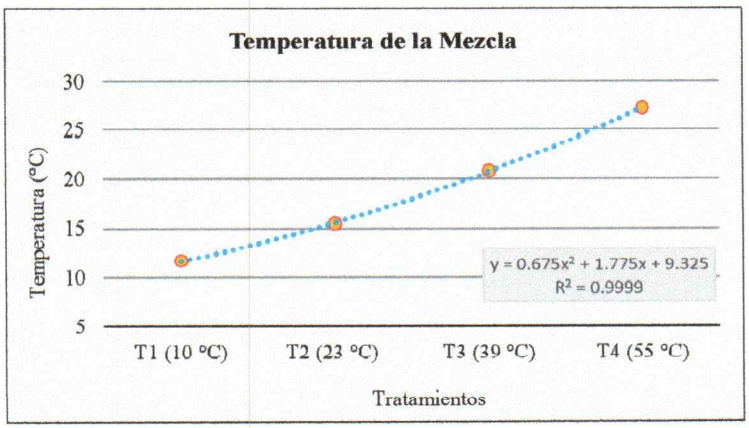
Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

ANÁLISIS DEL ENSAYO

Temperatura del agua	Temperatura de la mezcla	Representación porcentual	
		Total (%)	Variación (%)
T1 (10 °C)	11.800	100.000	0.000
T2 (23 °C)	15.500	131.356	31.356
T3 (39 °C)	20.800	176.271	76.271
T4 (55 °C)	27.200	230.508	130.508











Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO
ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

ANEXO 03: ENSAYOS EN CONCRETO ENDURECIDO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO USANDO AGUA DE MEZCLA A TEMPERATURA DE 10 °C A LOS 7 DÍAS DE ELABORADAS LAS MUESTRAS MTC E 704 - ASTM C 39

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	741535 E	9293506 N
Ubicación	:	Urb. "Santa Celia" - Cutervo - Cajamarca		

Verificación de Muestras de Concreto por: Relación Longitud / Diámetro

Se aplicará un factor de corrección si la relación Longitud/Diámetro es menor a 1.75

Nombre de las muestras	Longitud	Diámetro	Relación Longitud/Diámetro	
T1 - 01	20.00	10.10	1.98	No corregir
T1 - 06	20.10	10.00	2.01	No corregir
T1 - 08	19.95	10.05	1.99	No corregir
T1 - 10	19.98	10.04	1.99	No corregir
T1 - 16	20.00	10.08	1.98	No corregir

Verificación de Muestras de Concreto por: Variación en Diámetro

No se ensayarán las muestras cuyo diámetro presenten una variación mayor en un 2%

Nombre de las muestras		Diámetro		Diferencias de diámetros		Estado de la muestra
		cm	2%	Diferencias	Resultados	
T1 - 01	a	10.100	0.202	a - b	0.100	Usar
				a - c	0.050	Usar
T1 - 06	b	10.000	0.200	a - d	0.060	Usar
				a - e	0.020	Usar
T1 - 08	c	10.050	0.201	b - c	0.050	Usar
				b - d	0.040	Usar
T1 - 10	d	10.040	0.201	b - e	0.080	Usar
				c - d	0.010	Usar
T1 - 16	e	10.080	0.202	c - e	0.030	Usar
				d - e	0.040	Usar
Promedio		**10.054**	**0.201**			

Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

Responsable de Laboratorio

Verificación de Muestras de concreto por: Variación de Resistencia

Para determinar la resistencia a la compresión promedio, se usarán solo las muestra que no tengan una variación de 10.60 %.

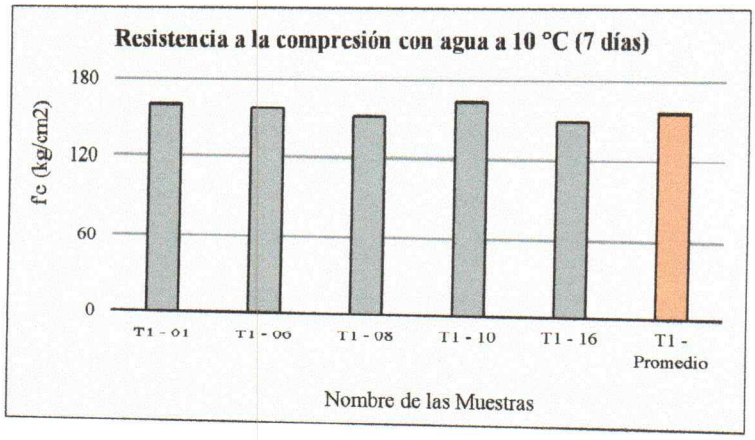
Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia al compresión	Variación de la resistencia	
T1 - 01	10.100	80.118	12900.000	161.012	2.422	Usar
T1 - 06	10.000	78.540	12450.000	158.518	0.836	Usar
T1 - 08	10.050	79.327	12150.000	153.163	2.570	Usar
T1 - 10	10.040	79.169	13000.000	164.205	4.454	Usar
T1 - 16	10.080	79.801	11900.000	149.120	5.142	Usar
Promedio	10.054	79.391	12480.000	157.204		

Resumen y Análisis de Datos Validados

Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia a la	Tipo de fractura
T1 - 01	10.100	80.118	12900.000	161.012	Tipo 5
T1 - 06	10.000	78.540	12450.000	158.518	Tipo 5
T1 - 08	10.050	79.327	12150.000	153.163	Tipo 5
T1 - 10	10.040	79.169	13000.000	164.205	Tipo 5
T1 - 16	10.080	79.801	11900.000	149.120	Tipo 5
T1 - Promedio	10.054	79.391	12480.000	157.204	

La siguiente Gráfica muestra:

- Resistencia a la compresión de cada una de las muestras ensayadas
- Resistencia a la compresión promedio



Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO USANDO AGUA DE MEZCLA A TEMPERATURA DE 23 °C A LOS 7 DÍAS DE ELABORADAS LAS MUESTRAS MTC E 704 - ASTM C 39

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	741535 E	9293506 N
Ubicación	:	Urb. "Santa Celia" - Cutervo - Cajamarca		

Verificación de Muestras de Concreto por: Relación Longitud / Diámetro

Se aplicará un factor de corrección si la relación Longitud/Diámetro es menor a 1.75

Nombre de las muestras	Longitud	Diámetro	Relación Longitud/Diámetro	
T2 - 02	20.00	10.10	1.98	No corregir
T2 - 05	19.98	10.00	2.00	No corregir
T2 - 09	20.10	10.05	2.00	No corregir
T2 - 14	20.02	10.02	2.00	No corregir
T2 - 19	20.05	10.00	2.01	No corregir

Verificación de Muestras por: Variación de Diámetro

No se ensayarán las muestras cuyo diámetro presenten una variación mayor en un 2%

Nombre de las muestras		Diámetro		Variación de diámetros		Estado de la muestra
		cm	2%	Diferencias	Resultados	
T2 - 02	a	10.100	0.202	a - b	0.100	Usar
				a - c	0.050	Usar
T2 - 05	b	10.000	0.200	a - d	0.080	Usar
				a - e	0.100	Usar
T2 - 09	c	10.050	0.201	b - c	0.050	Usar
				b - d	0.020	Usar
T2 - 14	d	10.020	0.200	b - e	0.000	Usar
				c - d	0.030	Usar
T2 - 19	e	10.000	0.200	c - e	0.050	Usar
				d - e	0.020	Usar
Promedio		10.034	0.201			

Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

Verificación de Muestras por Variación de Resistencia

Para determinar la resistencia a la compresión promedio, se usarán solo las muestra que no tengan una variación de 10.60 %.

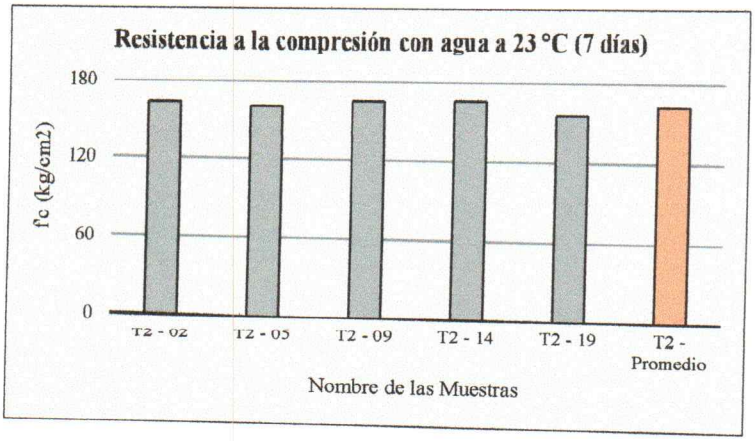
Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia a la	Variación de la resistencia	
T2 - 02	10.100	80.118	12980.000	162.010	0.407	Usar
T2 - 05	10.000	78.540	12730.000	162.083	0.362	Usar
T2 - 09	10.050	79.327	13140.000	165.643	1.826	Usar
T2 - 14	10.020	78.854	13180.000	167.144	2.749	Usar
T2 - 19	10.000	78.540	12290.000	156.481	3.806	Usar
Promedio	10.034	79.076	12864.000	162.672		

Resumen y Análisis de Datos Validados

Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia a la	Tipo de fractura
T2 - 02	10.034	79.075	12980.000	164.148	Tipo 4
T2 - 05	10.034	79.075	12730.000	160.987	Tipo 5
T2 - 09	10.034	79.075	13140.000	166.172	Tipo 2
T2 - 14	10.034	79.075	13180.000	166.678	Tipo 3
T2 - 19	10.034	79.075	12290.000	155.422	Tipo 5
T2 - Promedio	10.034	79.075	12864.000	162.681	

La siguiente Gráfica muestra:

- Resistencia a la compresión de cada una de las muestras ensayadas
- Resistencia a la compresión promedio



Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

Verificación de Muestras por: Variación de Resistencia

Para determinar la resistencia a la compresión promedio, se usarán solo las muestra que no tengan una variación de 10.60 %.

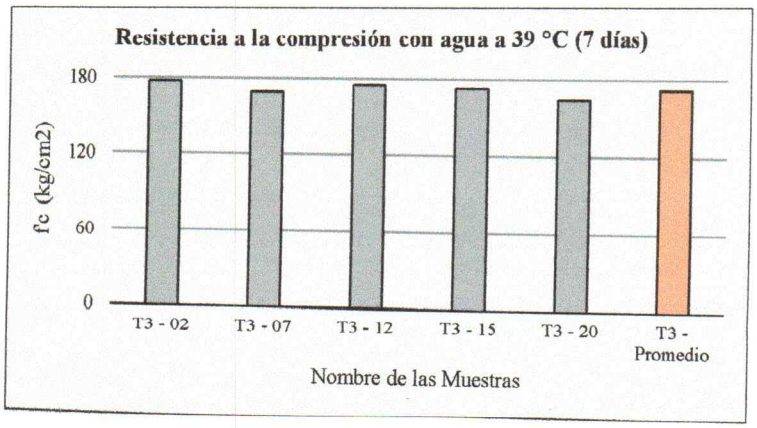
Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia al compresión	Variación de la resistencia	
T3 - 02	10.020	78.854	14050.000	178.177	3.630	Usar
T3 - 07	10.000	78.540	13360.000	170.105	1.065	Usar
T3 - 12	10.000	78.540	13820.000	175.962	2.342	Usar
T3 - 15	10.000	78.540	13650.000	173.797	1.083	Usar
T3 - 20	10.100	80.118	12950.000	161.636	5.990	Usar
Promedio	10.024	78.918	13566.000	171.935		

Resumen y Análisis de Datos Validados

Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia a la	Tipo de fractura
T3 - 02	10.024	78.917	14050.000	178.035	Tipo 5
T3 - 07	10.024	78.917	13360.000	169.291	Tipo 2
T3 - 12	10.024	78.917	13820.000	175.120	Tipo 5
T3 - 15	10.024	78.917	13650.000	172.966	Tipo 5
T3 - 20	10.024	78.917	12950.000	164.096	Tipo 5
T3 - Promedio	10.024	78.917	13566.000	171.902	

La siguiente Gráfica muestra:

- Resistencia a la compresión de cada una de las muestras ensayadas
- Resistencia a la compresión promedio



Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

Verificación de Muestras por: Variación de Resistencia

Para determinar la resistencia a la compresión promedio, se usarán solo las muestra que no tengan una variación de 10.60 %.

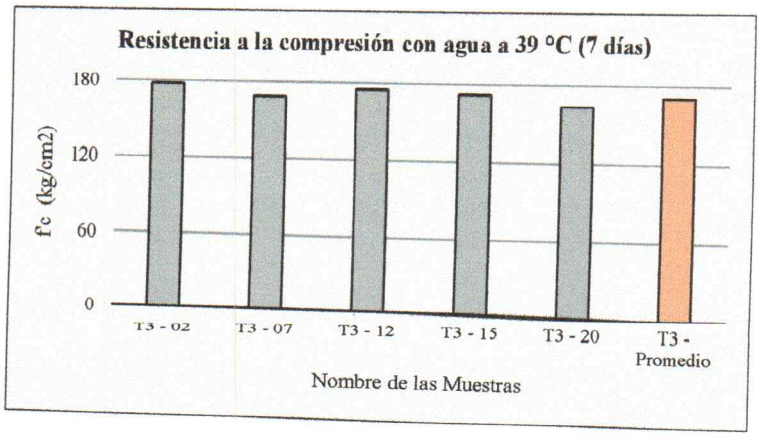
Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia al compresión	Variación de la resistencia	
T3 - 02	10.020	78.854	14050.000	178.177	3.630	Usar
T3 - 07	10.000	78.540	13360.000	170.105	1.065	Usar
T3 - 12	10.000	78.540	13820.000	175.962	2.342	Usar
T3 - 15	10.000	78.540	13650.000	173.797	1.083	Usar
T3 - 20	10.100	80.118	12950.000	161.636	5.990	Usar
Promedio	10.024	78.918	13566.000	171.935		

Resumen y Análisis de Datos Validados

Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia a la	Tipo de fractura
T3 - 02	10.024	78.917	14050.000	178.035	Tipo 5
T3 - 07	10.024	78.917	13360.000	169.291	Tipo 2
T3 - 12	10.024	78.917	13820.000	175.120	Tipo 5
T3 - 15	10.024	78.917	13650.000	172.966	Tipo 5
T3 - 20	10.024	78.917	12950.000	164.096	Tipo 5
T3 - Promedio	10.024	78.917	13566.000	171.902	

La siguiente Gráfica muestra:

- Resistencia a la compresión de cada una de las muestras ensayadas
- Resistencia a la compresión promedio



Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO USANDO AGUA DE MEZCLA A TEMPERATURA DE 55 °C A LOS 7 DÍAS DE ELABORADAS LAS MUESTRAS MTC E 704 - ASTM C 39

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	741535 E	9293506 N
Ubicación	:	Urb. "Santa Celia" - Cutervo - Cajamarca		

Verificación de Muestras de Concreto por: Relación Longitud / Diámetro

Se aplicará un factor de corrección si la relación Longitud/Diámetro es menor a 1.75

Nombre de las muestras	Longitud	Diámetro	Relación Longitud/Diámetro	
T4 - 05	19.98	10.00	2.00	No corregir
T4 - 07	20.00	10.00	2.00	No corregir
T4 - 11	20.02	10.01	2.00	No corregir
T4 - 13	19.99	10.03	1.99	No corregir
T4 - 18	19.98	10.00	2.00	No corregir

Verificación de Muestras por: Variación de Diámetro

No se ensayarán las muestras cuyo diámetro presenten una variación mayor en un 2%

Nombre de las muestras		Diámetro		Diferencias de diámetros		Estado de la muestra
		cm	2%	Diferencias	Resultados	
T4 - 05	a	10.000	0.200	a - b	0.000	Usar
				a - c	0.010	Usar
T4 - 07	b	10.000	0.200	a - d	0.030	Usar
				a - e	0.000	Usar
T4 - 11	c	10.010	0.200	b - c	0.010	Usar
				b - d	0.030	Usar
T4 - 13	d	10.030	0.201	b - e	0.000	Usar
				c - d	0.020	Usar
T4 - 18	e	10.000	0.200	c - e	0.010	Usar
				d - e	0.030	Usar
Promedio		10.008	0.200			

Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

Verificación de Muestras por: Variación de Resistencia

Para determinar la resistencia a la compresión promedio, se usarán solo las muestra que no tengan una variación de 10.60 %.

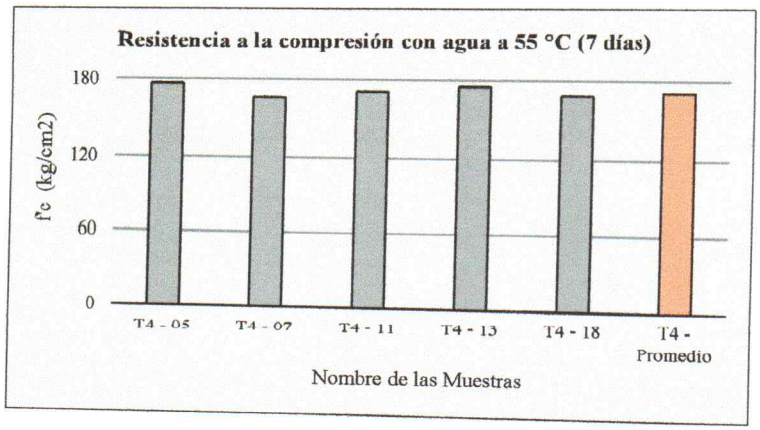
Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia al compresión	Variación de la resistencia	
T4 - 05	10.000	78.540	13900.000	176.980	2.917	Usar
T4 - 07	10.000	78.540	13100.000	166.794	3.007	Usar
T4 - 11	10.010	78.697	13520.000	171.798	0.097	Usar
T4 - 13	10.030	79.012	13820.000	174.911	1.713	Usar
T4 - 18	10.000	78.540	13300.000	169.341	1.526	Usar
Promedio	10.008	78.666	13528.000	171.965		

Resumen y Análisis de Datos Validados

Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia a la	Tipo de fractura
T4 - 05	10.008	78.666	13900.000	176.697	Tipo 2
T4 - 07	10.008	78.666	13100.000	166.528	Tipo 5
T4 - 11	10.008	78.666	13520.000	171.867	Tipo 5
T4 - 13	10.008	78.666	13820.000	175.681	Tipo 5
T4 - 18	10.008	78.666	13300.000	169.070	Tipo 5
T4 - Promedio	10.008	78.666	13528.000	171.969	

La siguiente Gráfica muestra:

- Resistencia a la compresión de cada una de las muestras ensayadas
- Resistencia a la compresión promedio



Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ... LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

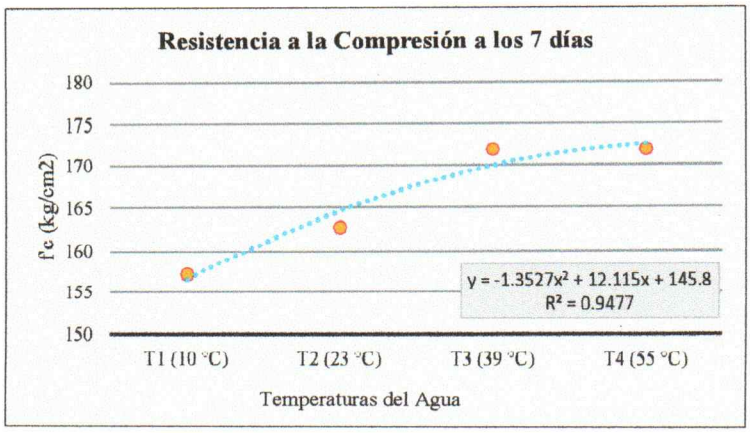
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LA EDAD DE 7 DÍAS DE ELABORADAS LAS MUESTRAS

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	741535 E	9293506 N
Ubicación	:	Urb. "Santa Celia" - Cutervo - Cajamarca		

Temperaturas	Resistencia a la compresión	Representación porcentual	
		Total (%)	Variación (%)
T1 (10 °C)	157.204	100.000	0.000
T2 (23 °C)	162.681	103.485	3.485
T3 (39 °C)	171.902	109.350	9.350
T4 (55 °C)	171.969	109.392	9.392







Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO USANDO AGUA DE MEZCLA A TEMPERATURA DE 10 °C A LOS 14 DÍAS DE ELABORADAS LAS MUESTRAS

MTC E 704 - ASTM C 39

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	741535 E	9293506 N
Ubicación	:	Urb. "Santa Celia" - Cutervo - Cajamarca		

Verificación de Muestras de Concreto por: Relación Longitud / Diámetro

Se aplicará un factor de corrección si la relación Longitud/Diámetro es menor a 1.75

Nombre de las muestras	Longitud	Diámetro	Relación Longitud/Diámetro	
T1 - 02	19.96	10.10	1.98	No corregir
T1 - 04	20.00	10.05	1.99	No corregir
T1 - 13	20.00	10.05	1.99	No corregir
T1 - 18	19.98	10.08	1.98	No corregir
T1 - 20	20.00	10.06	1.99	No corregir

Verificación de Muestras de Concreto por: Variación en Diámetro

No se ensayarán las muestras cuyo diámetro presenten una variación mayor en un 2%

Nombre de las muestras		Diámetro		Diferencias de diámetros		Estado de la muestra
		cm	2%	Diferencias	Resultados	
T1 - 02	a	10.100	0.202	a - b	0.050	Usar
				a - c	0.050	Usar
T1 - 04	b	10.050	0.201	a - d	0.020	Usar
				a - e	0.040	Usar
T1 - 13	c	10.050	0.201	b - c	0.000	Usar
				b - d	0.030	Usar
T1 - 18	d	10.080	0.202	b - e	0.010	Usar
				c - d	0.030	Usar
T1 - 20	e	10.060	0.201	c - e	0.010	Usar
				d - e	0.020	Usar
Promedio		**10.068**	**0.201**			

Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO
ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

Verificación de Muestras de concreto por: Variación de Resistencia

Para determinar la resistencia a la compresión promedio, se usarán solo las muestra que no tengan una variación de 10.60 %.

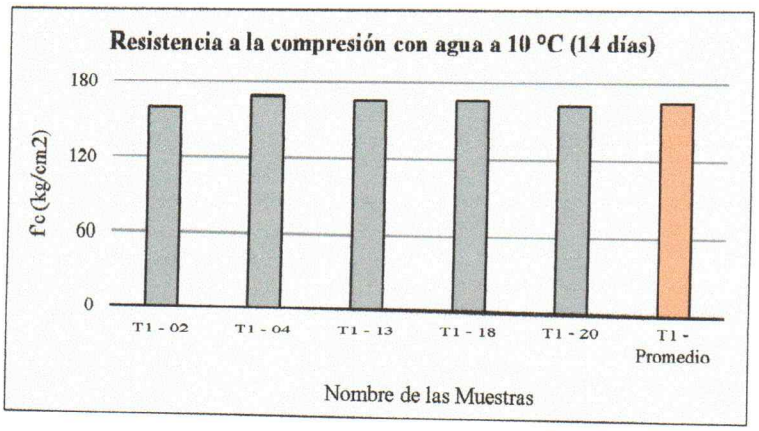
Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia al compresión	Variación de la resistencia	
T1 - 02	10.100	80.118	12750.000	159.139	3.337	Usar
T1 - 04	10.050	79.327	13450.000	169.551	2.987	Usar
T1 - 13	10.050	79.327	13150.000	165.769	0.690	Usar
T1 - 18	10.080	79.801	13280.000	166.413	1.081	Usar
T1 - 20	10.060	79.485	12900.000	162.295	1.421	Usar
Promedio	10.068	79.612	13106.000	164.633		

Resumen y Análisis de Datos Validados

Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia a la	Tipo de fractura
T1 - 02	10.100	80.118	12750.000	159.139	Tipo 2
T1 - 04	10.050	79.327	13450.000	169.551	Tipo 5
T1 - 13	10.050	79.327	13150.000	165.769	Tipo 5
T1 - 18	10.080	79.801	13280.000	166.413	Tipo 5
T1 - 20	10.060	79.485	12900.000	162.295	Tipo 5
T1 - Promedio	10.068	79.612	13106.000	164.633	

La siguiente Gráfica muestra:

- Resistencia a la compresión de cada una de las muestras ensayadas
- Resistencia a la compresión promedio



Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO USANDO AGUA DE MEZCLA A TEMPERATURA DE 23 °C A LOS 14 DÍAS DE ELABORADAS LAS MUESTRAS MTC E 704 - ASTM C 39

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	741535 E	9293506 N
Ubicación	:	Urb. "Santa Celia" - Cutervo - Cajamarca		

Verificación de Muestras de Concreto por: Relación Longitud / Diámetro

Se aplicará un factor de corrección si la relación Longitud/Diámetro es menor a 1.75

Nombre de las muestras	Longitud	Diámetro	Relación Longitud/Diámetro	
T2 - 01	20.00	10.10	1.98	No corregir
T2 - 07	20.00	10.00	2.00	No corregir
T2 - 08	19.98	10.02	1.99	No corregir
T2 - 15	20.00	10.00	2.00	No corregir
T2 - 17	20.02	10.00	2.00	No corregir

Verificación de Muestras por: Variación de Diámetro

No se ensayarán las muestras cuyo diámetro presenten una variación mayor en un 2%

Nombre de las muestras		Diámetro		Variación de diámetros		Estado de la muestra
		cm	2%	Diferencias	Resultados	
T2 - 01	a	10.100	0.202	a - b	0.100	Usar
				a - c	0.080	Usar
T2 - 07	b	10.000	0.200	a - d	0.100	Usar
				a - e	0.100	Usar
T2 - 08	c	10.020	0.200	b - c	0.020	Usar
				b - d	0.000	Usar
T2 - 15	d	10.000	0.200	b - e	0.000	Usar
				c - d	0.020	Usar
T2 - 17	e	10.000	0.200	c - e	0.020	Usar
				d - e	0.000	Usar
Promedio		10.024	0.200			

Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO
INGENIERÍA CIVIL

Responsable de Laboratorio

Para determinar la resistencia a la compresión promedio, se usarán solo las muestra que no tengan una variación de 10.60 %.

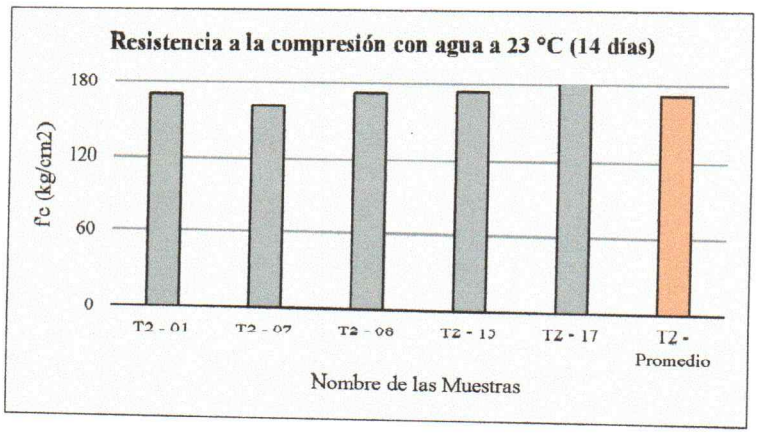
Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia a la	Variación de la resistencia	
T2 - 01	10.100	80.118	13380.000	167.003	2.556	Usar
T2 - 07	10.000	78.540	12730.000	162.083	5.427	Usar
T2 - 08	10.020	78.854	13540.000	171.709	0.190	Usar
T2 - 15	10.000	78.540	13680.000	174.179	1.631	Usar
T2 - 17	10.000	78.540	14290.000	181.946	6.163	Usar
Promedio	10.024	78.918	13524.000	171.384		

Resumen y Análisis de Datos Validados

Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia a la	Tipo de fractura
T2 - 01	10.024	78.917	13380.000	169.545	Tipo 4
T2 - 07	10.024	78.917	12730.000	161.308	Tipo 5
T2 - 08	10.024	78.917	13540.000	171.572	Tipo 5
T2 - 15	10.024	78.917	13680.000	173.346	Tipo 2
T2 - 17	10.024	78.917	14290.000	181.076	Tipo 5
T2 - Promedio	10.024	78.917	13524.000	171.369	

La siguiente Gráfica muestra:

- Resistencia a la compresión de cada una de las muestras ensayadas
- Resistencia a la compresión promedio



Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO USANDO AGUA DE MEZCLA A TEMPERATURA DE 39 °C A LOS 14 DÍAS DE ELABORADAS LAS MUESTRAS MTC E 704 - ASTM C 39

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	741535 E	9293506 N
Ubicación	:	Urb. "Santa Celia" - Cutervo - Cajamarca		

Verificación de Muestras de Concreto por: Relación Longitud / Diámetro

Se aplicará un factor de corrección si la relación Longitud/Diámetro es menor a 1.75

Nombre de las muestras	Longitud	Diámetro	Relación Longitud/Diámetro	
T3 - 06	20.00	10.10	1.98	No corregir
T3 - 10	20.10	10.00	2.01	No corregir
T3 - 11	20.10	10.05	2.00	No corregir
T3 - 14	20.05	10.04	2.00	No corregir
T3 - 17	20.10	10.08	1.99	No corregir

Verificación de Muestras por Variación de Diámetro

No se ensayarán las muestras cuyo diámetro presenten una variación mayor en un 2%

Nombre de las muestras		Diámetro		Diferencias de diámetros		Estado de la muestra
		cm	2%	Diferencias	Resultados	
T3 - 06	a	10.100	0.202	a - b	0.100	Usar
				a - c	0.050	Usar
T3 - 10	b	10.000	0.200	a - d	0.060	Usar
				a - e	0.020	Usar
T3 - 11	c	10.050	0.201	b - c	0.050	Usar
				b - d	0.040	Usar
T3 - 14	d	10.040	0.201	b - e	0.080	Usar
				c - d	0.010	Usar
T3 - 17	e	10.080	0.202	c - e	0.030	Usar
				d - e	0.040	Usar
Promedio		10.054	0.201			

Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO
ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

Verificación de Muestras por Variación de Resistencia

Para determinar la resistencia a la compresión promedio, se usarán solo las muestra que no tengan una variación de 10.60 %.

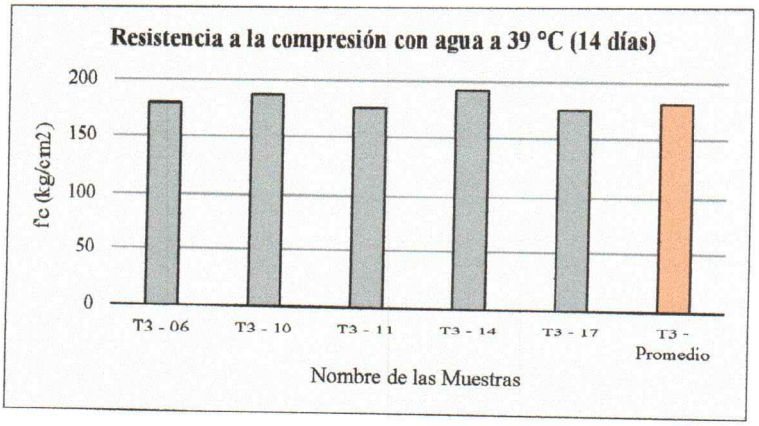
Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia al compresión	Variación de la resistencia	
T3 - 06	10.100	80.118	14295.000	178.423	2.131	Usar
T3 - 10	10.000	78.540	14830.000	188.821	3.573	Usar
T3 - 11	10.050	79.327	14030.000	176.862	2.987	Usar
T3 - 14	10.040	79.169	15250.000	192.625	5.659	Usar
T3 - 17	10.080	79.801	13950.000	174.809	4.114	Usar
Promedio	10.054	79.391	14471.000	182.308		

Resumen y Análisis de Datos Validados

Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia a la	Tipo de fractura
T3 - 06	10.054	79.390	14295.000	180.060	Tipo 5
T3 - 10	10.054	79.390	14830.000	186.799	Tipo 5
T3 - 11	10.054	79.390	14030.000	176.722	Tipo 5
T3 - 14	10.054	79.390	15250.000	192.089	Tipo 5
T3 - 17	10.054	79.390	13950.000	175.714	Tipo 2
T3 - Promedio	10.054	79.390	14471.000	182.277	

La siguiente Gráfica muestra:

- Resistencia a la compresión de cada una de las muestras ensayadas
- Resistencia a la compresión promedio



Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO USANDO AGUA DE MEZCLA A TEMPERATURA DE 55 °C A LOS 14 DÍAS DE ELABORADAS LAS MUESTRAS MTC E 704 - ASTM C 39

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	741535 E	9293506 N
Ubicación	:	Urb. "Santa Celia" - Cutervo - Cajamarca		

Verificación de Muestras de Concreto por: Relación Longitud / Diámetro

Se aplicará un factor de corrección si la relación Longitud/Diámetro es menor a 1.75

Nombre de las muestras	Longitud	Diámetro	Relación Longitud/Diámetro	
T4 - 01	20.00	10.00	2.00	No corregir
T4 - 02	20.00	10.02	2.00	No corregir
T4 - 09	19.96	10.01	1.99	No corregir
T4 - 15	19.98	10.00	2.00	No corregir
T4 - 20	19.98	10.02	1.99	No corregir

Verificación de Muestras por: Variación de Diámetro

No se ensayarán las muestras cuyo diámetro presenten una variación mayor en un 2%

Nombre de las muestras		Diámetro		Diferencias de diámetros		Estado de la muestra
		cm	2%	Diferencias	Resultados	
T4 - 01	a	10.000	0.200	a - b	0.020	Usar
				a - c	0.010	Usar
T4 - 02	b	10.020	0.200	a - d	0.000	Usar
				a - e	0.020	Usar
T4 - 09	c	10.010	0.200	b - c	0.010	Usar
				b - d	0.020	Usar
T4 - 15	d	10.000	0.200	b - e	0.000	Usar
				c - d	0.010	Usar
T4 - 20	e	10.020	0.200	c - e	0.010	Usar
				d - e	0.020	Usar
Promedio		10.010	0.200			

Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

Verificación de Muestras por: Variación de Resistencia

Para determinar la resistencia a la compresión promedio, se usarán solo las muestra que no tengan una variación de 10.60 %.

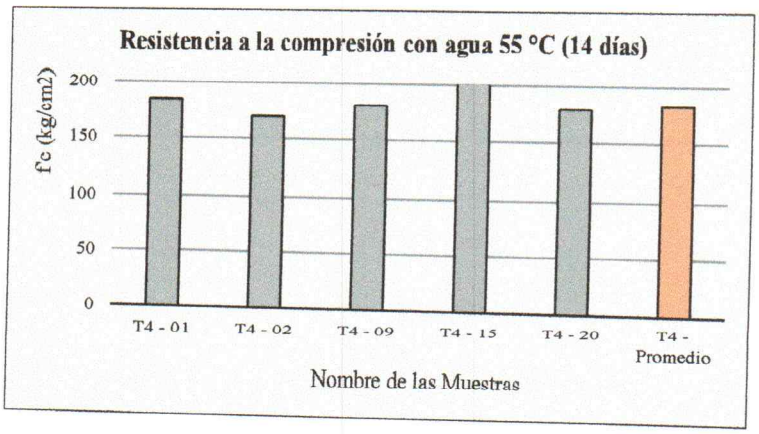
Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia al compresión	Variación de la resistencia	
T4 - 01	10.000	78.540	14530.000	185.002	0.970	Usar
T4 - 02	10.020	78.854	13320.000	168.919	7.807	Usar
T4 - 09	10.010	78.697	14260.000	181.201	1.104	Usar
T4 - 15	10.000	78.540	15850.000	201.808	10.143	Usar
T4 - 20	10.020	78.854	14130.000	179.191	2.201	Usar
Promedio	10.010	78.697	14418.000	183.224		

Resumen y Análisis de Datos Validados

Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia a la	Tipo de fractura
T4 - 01	10.010	78.697	14530.000	184.632	Tipo 5
T4 - 02	10.010	78.697	13320.000	169.257	Tipo 5
T4 - 09	10.010	78.697	14260.000	181.201	Tipo 5
T4 - 15	10.010	78.697	15850.000	201.405	Tipo 5
T4 - 20	10.010	78.697	14130.000	179.549	Tipo 5
T4 - Promedio	10.010	78.697	14418.000	183.209	

La siguiente Gráfica muestra:

- Resistencia a la compresión de cada una de las muestras ensayadas
- Resistencia a la compresión promedio



Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

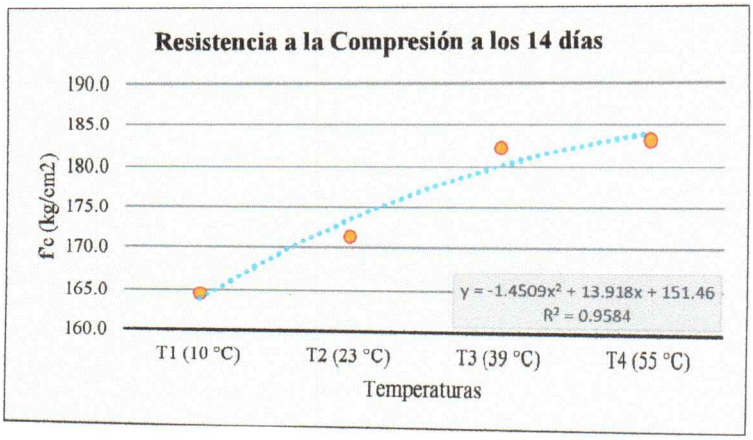
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

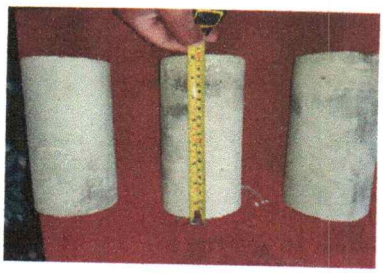
Laboratorio de Ingeniería Civil

ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DE ELABORADAS LAS MUESTRAS

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	741535 E	9293506 N
Ubicación	:	Urb. "Santa Celia" - Cutervo - Cajamarca		

Temperaturas	Resistencia a la compresión	Representación porcentual	
		Total (%)	Variación (%)
T1 (10 °C)	164.633	100.000	0.000
T2 (23 °C)	171.369	104.091	4.091
T3 (39 °C)	182.277	110.717	10.717
T4 (55 °C)	183.209	111.283	11.283







Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO USANDO AGUA DE MEZCLA A TEMPERATURA DE 10 °C A LOS 21 DÍAS DE ELABORADAS LAS MUESTRAS MTC E 704 - ASTM C 39

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	741535 E	9293506 N
Ubicación	:	Urb. "Santa Celia" - Cutervo - Cajamarca		

Verificación de Muestras de Concreto por: Relación Longitud / Diámetro

Se aplicará un factor de corrección si la relación Longitud/Diámetro es menor a 1.75

Nombre de las muestras	Longitud	Diámetro	Relación Longitud/Diámetro	
T1 - 05	20.00	10.02	2.00	No corregir
T1 - 09	20.01	10.00	2.00	No corregir
T1 - 12	20.02	10.00	2.00	No corregir
T1 - 15	20.00	10.04	1.99	No corregir
T1 - 19	19.98	10.00	2.00	No corregir

Verificación de Muestras de Concreto por: Variación en Diámetro

No se ensayarán las muestras cuyo diámetro presenten una variación mayor en un 2%

Nombre de las muestras		Diámetro		Diferencias de diámetros		Estado de la muestra
		cm	2%	Diferencias	Resultados	
T1 - 05	a	10.020	0.200	a - b	0.020	Usar
				a - c	0.020	Usar
T1 - 09	b	10.000	0.200	a - d	0.020	Usar
				a - e	0.020	Usar
T1 - 12	c	10.000	0.200	b - c	0.000	Usar
				b - d	0.040	Usar
T1 - 15	d	10.040	0.201	b - e	0.000	Usar
				c - d	0.040	Usar
T1 - 19	e	10.000	0.200	c - e	0.000	Usar
				d - e	0.040	Usar
Promedio		**10.012**	**0.200**			

Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

Verificación de Muestras de concreto por: Variación de Resistencia

Para determinar la resistencia a la compresión promedio, se usarán solo las muestra que no tengan una variación de 10.60 %.

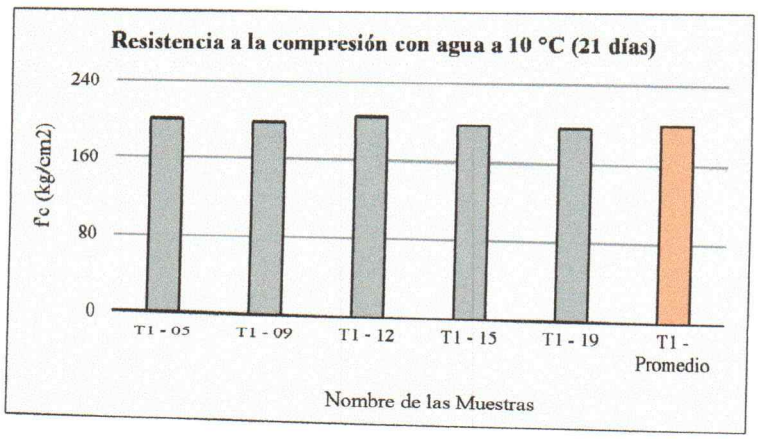
Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia al compresión	Variación de la resistencia	
T1 - 05	10.020	78.854	15840.000	200.877	0.500	Usar
T1 - 09	10.000	78.540	15650.000	199.262	0.308	Usar
T1 - 12	10.000	78.540	16150.000	205.628	2.877	Usar
T1 - 15	10.040	79.169	15690.000	198.183	0.848	Usar
T1 - 19	10.000	78.540	15350.000	195.442	2.219	Usar
Promedio	10.012	78.729	15736.000	199.878		

Resumen y Análisis de Datos Validados

Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia a la	Tipo de fractura
T1 - 05	10.020	78.854	15840.000	200.877	Tipo 5
T1 - 09	10.000	78.540	15650.000	199.262	Tipo 5
T1 - 12	10.000	78.540	16150.000	205.628	Tipo 5
T1 - 15	10.040	79.169	15690.000	198.183	Tipo 5
T1 - 19	10.000	78.540	15350.000	195.442	Tipo 5
T1 - Promedio	10.012	78.729	15736.000	199.878	

La siguiente Gráfica muestra:

- Resistencia a la compresión de cada una de las muestras ensayadas
- Resistencia a la compresión promedio



Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO USANDO AGUA DE MEZCLA A TEMPERATURA DE 23 °C A LOS 21 DÍAS DE ELABORADAS LAS MUESTRAS MTC E 704 - ASTM C 39

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	741535 E	9293506 N
Ubicación	:	Urb. "Santa Celia" - Cutervo - Cajamarca		

Verificación de Muestras de Concreto por: Relación Longitud / Diámetro

Se aplicará un factor de corrección si la relación Longitud/Diámetro es menor a 1.75

Nombre de las muestras	Longitud	Diámetro	Relación Longitud/Diámetro	
T2 - 04	19.98	10.04	1.99	No corregir
T2 - 11	20.10	10.00	2.01	No corregir
T2 - 12	20.20	10.00	2.02	No corregir
T2 - 16	20.00	10.10	1.98	No corregir
T2 - 20	20.00	10.02	2.00	No corregir

Verificación de Muestras por: Variación de Diámetro

No se ensayarán las muestras cuyo diámetro presenten una variación mayor en un 2%

Nombre de las muestras		Diámetro		Variación de diámetros		Estado de la muestra
		cm	2%	Diferencias	Resultados	
T2 - 04	a	10.040	0.201	a - b	0.040	Usar
				a - c	0.040	Usar
T2 - 11	b	10.000	0.200	a - d	0.060	Usar
				a - e	0.020	Usar
T2 - 12	c	10.000	0.200	b - c	0.000	Usar
				b - d	0.100	Usar
T2 - 16	d	10.100	0.202	b - e	0.020	Usar
				c - d	0.100	Usar
T2 - 20	e	10.020	0.200	c - e	0.020	Usar
				d - e	0.080	Usar
Promedio		10.032	0.201			

Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO INGENIERÍA CIVIL

Responsable de Laboratorio

Verificación de Muestras por: Variación de Resistencia

Para determinar la resistencia a la compresión promedio, se usarán solo las muestra que no tengan una variación de 10.60 %.

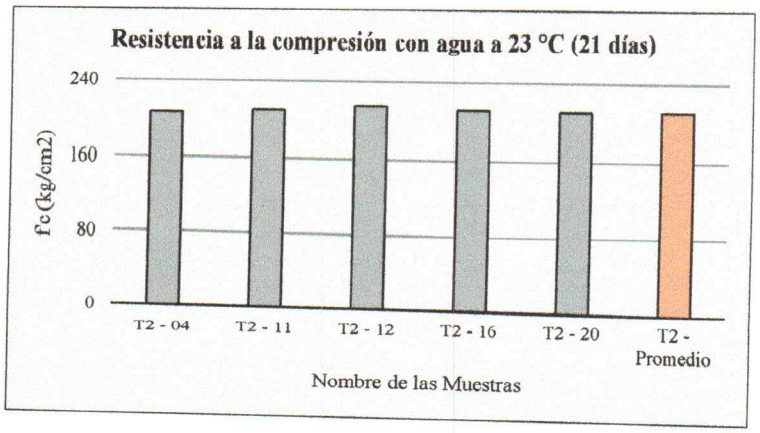
Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia a la	Variación de la resistencia	
T2 - 04	10.040	79.169	16280.000	205.635	2.113	Usar
T2 - 11	10.000	78.540	16530.000	210.466	0.187	Usar
T2 - 12	10.000	78.540	16940.000	215.687	2.672	Usar
T2 - 16	10.100	80.118	16680.000	208.192	0.896	Usar
T2 - 20	10.020	78.854	16590.000	210.388	0.150	Usar
Promedio	10.032	79.044	16604.000	210.074		

Resumen y Análisis de Datos Validados

Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia a la	Tipo de fractura
T2 - 04	10.032	79.043	16280.000	205.963	Tipo 5
T2 - 11	10.032	79.043	16530.000	209.126	Tipo 5
T2 - 12	10.032	79.043	16940.000	214.313	Tipo 2
T2 - 16	10.032	79.043	16680.000	211.024	Tipo 5
T2 - 20	10.032	79.043	16590.000	209.885	Tipo 5
T2 - Promedio	10.032	79.043	16604.000	210.062	

La siguiente Gráfica muestra:

- Resistencia a la compresión de cada una de las muestras ensayadas
- Resistencia a la compresión promedio



Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO USANDO AGUA DE MEZCLA A TEMPERATURA DE 39 °C A LOS 21 DÍAS DE ELABORADAS LAS MUESTRAS

MTC E 704 - ASTM C 39

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	741535 E	9293506 N
Ubicación	:	Urb. "Santa Celia" - Cutervo - Cajamarca		

Verificación de Muestras de Concreto por: Relación Longitud / Diámetro

Se aplicará un factor de corrección si la relación Longitud/Diámetro es menor a 1.75

Nombre de las muestras	Longitud	Diámetro	Relación Longitud/Diámetro	
T3 - 01	20.01	10.00	2.00	No corregir
T3 - 04	20.00	10.00	2.00	No corregir
T3 - 09	20.00	10.00	2.00	No corregir
T3 - 16	19.98	10.00	2.00	No corregir
T3 - 19	19.98	10.02	1.99	No corregir

Verificación de Muestras por: Variación de Diámetro

No se ensayarán las muestras cuyo diámetro presenten una variación mayor en un 2%

Nombre de las muestras		Diámetro		Diferencias de diámetros		Estado de la muestra
		cm	2%	Diferencias	Resultados	
T3 - 01	a	10.000	0.200	a - b	0.000	Usar
				a - c	0.000	Usar
T3 - 04	b	10.000	0.200	a - d	0.000	Usar
				a - e	0.020	Usar
T3 - 09	c	10.000	0.200	b - c	0.000	Usar
				b - d	0.000	Usar
T3 - 16	d	10.000	0.200	b - e	0.020	Usar
				c - d	0.000	Usar
T3 - 19	e	10.020	0.200	c - e	0.020	Usar
				d - e	0.020	Usar
Promedio		10.004	0.200			

Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

Verificación de Muestras por: Variación de Resistencia

Para determinar la resistencia a la compresión promedio, se usarán solo las muestra que no tengan una variación de 10.60 %.

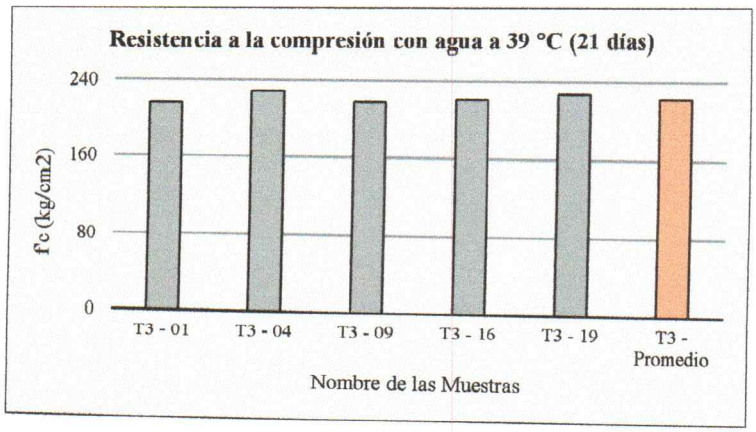
Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia al compresión	Variación de la resistencia	
T3 - 01	10.000	78.540	16950.000	215.814	2.641	Usar
T3 - 04	10.000	78.540	17960.000	228.674	3.160	Usar
T3 - 09	10.000	78.540	17050.000	217.087	2.067	Usar
T3 - 16	10.000	78.540	17350.000	220.907	0.343	Usar
T3 - 19	10.020	78.854	17810.000	225.860	1.891	Usar
Promedio	10.004	78.603	17424.000	221.668		

Resumen y Análisis de Datos Validados

Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia a la	Tipo de fractura
T3 - 01	10.004	78.603	16950.000	215.642	Tipo 5
T3 - 04	10.004	78.603	17960.000	228.491	Tipo 2
T3 - 09	10.004	78.603	17050.000	216.914	Tipo 5
T3 - 16	10.004	78.603	17350.000	220.730	Tipo 2
T3 - 19	10.004	78.603	17810.000	226.583	Tipo 5
T3 - Promedio	10.004	78.603	17424.000	221.672	

La siguiente Gráfica muestra:

- Resistencia a la compresión de cada una de las muestras ensayadas
- Resistencia a la compresión promedio



Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN... LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO USANDO AGUA DE MEZCLA A TEMPERATURA DE 55 °C A LOS 21 DÍAS DE ELABORADAS LAS MUESTRAS MTC E 704 - ASTM C 39

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	741535 E	9293506 N
Ubicación	:	Urb. "Santa Celia" - Cutervo - Cajamarca		

Verificación de Muestras de Concreto por: Relación Longitud / Diámetro

Se aplicará un factor de corrección si la relación Longitud/Diámetro es menor a 1.75

Nombre de las muestras	Longitud	Diámetro	Relación Longitud/Diámetro	
T4 - 03	20.00	10.00	2.00	No corregir
T4 - 10	19.98	10.00	2.00	No corregir
T4 - 12	20.00	10.01	2.00	No corregir
T4 - 16	19.98	10.01	2.00	No corregir
T4 - 19	19.98	10.01	2.00	No corregir

Verificación de Muestras por: Variación de Diámetro

No se ensayarán las muestras cuyo diámetro presenten una variación mayor en un 2%

Nombre de las muestras		Diámetro		Diferencias de diámetros		Estado de la muestra
		cm	2%	Diferencias	Resultados	
T4 - 03	a	10.000	0.200	a - b	0.000	Usar
				a - c	0.010	Usar
T4 - 10	b	10.000	0.200	a - d	0.010	Usar
				a - e	0.010	Usar
T4 - 12	c	10.010	0.200	b - c	0.010	Usar
				b - d	0.010	Usar
T4 - 16	d	10.010	0.200	b - e	0.010	Usar
				c - d	0.000	Usar
T4 - 19	e	10.010	0.200	c - e	0.000	Usar
				d - e	0.000	Usar
Promedio		10.006	0.200			

Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

Verificación de Muestras por: Variación de Resistencia

Para determinar la resistencia a la compresión promedio, se usarán solo las muestra que no tengan una variación de 10.60 %.

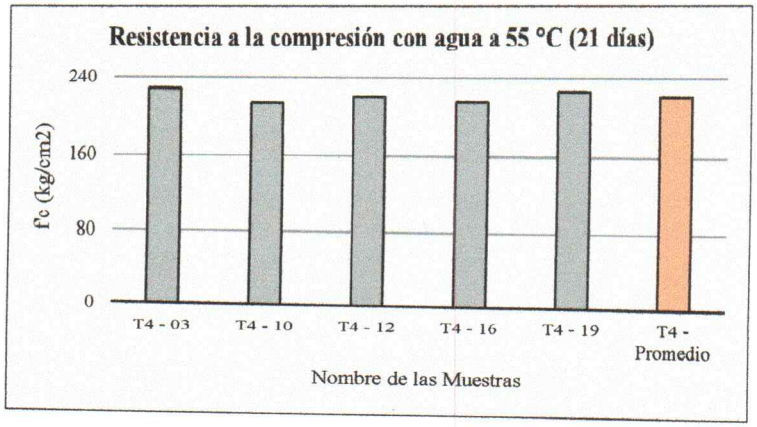
Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia al compresión	Variación de la resistencia	
T4 - 03	10.000	78.540	17930.000	228.292	3.300	Usar
T4 - 10	10.000	78.540	16820.000	214.159	3.095	Usar
T4 - 12	10.010	78.697	17360.000	220.593	0.183	Usar
T4 - 16	10.010	78.697	16950.000	215.383	2.541	Usar
T4 - 19	10.010	78.697	17830.000	226.565	2.519	Usar
Promedio	10.006	78.634	17378.000	220.998		

Resumen y Análisis de Datos Validados

Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia a la	Tipo de fractura
T4 - 03	10.006	78.634	17930.000	228.018	Tipo 5
T4 - 10	10.006	78.634	16820.000	213.902	Tipo 5
T4 - 12	10.006	78.634	17360.000	220.769	Tipo 5
T4 - 16	10.006	78.634	16950.000	215.555	Tipo 5
T4 - 19	10.006	78.634	17830.000	226.746	Tipo 5
T4 - Promedio	10.006	78.634	17378.000	220.998	

La siguiente Gráfica muestra:

- Resistencia a la compresión de cada una de las muestras ensayadas
- Resistencia a la compresión promedio



Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

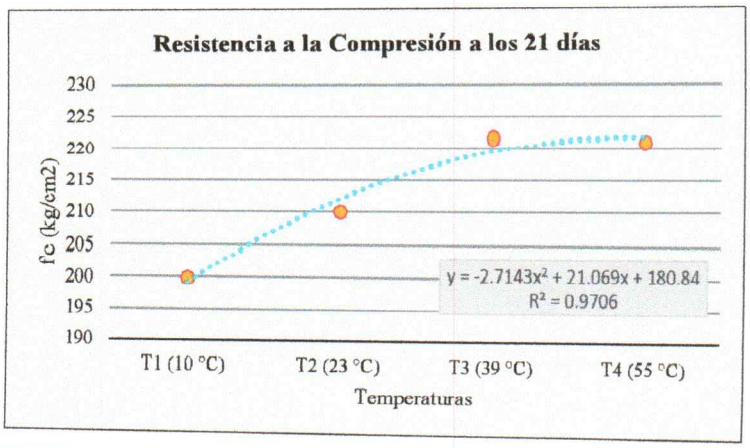
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

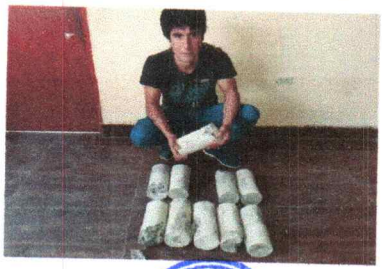
ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LA EDAD DE 21 DÍAS DE ELABORADAS LAS MUESTRAS

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	741535 E	9293506 N
Ubicación	:	Urb. "Santa Celia" - Cutervo - Cajamarca		

Temperaturas	Resistencia a la compresión	Representación porcentual	
		Total (%)	Variación (%)
T1 (10 °C)	199.878	100.000	0.000
T2 (23 °C)	210.062	105.095	5.095
T3 (39 °C)	221.672	110.903	10.903
T4 (55 °C)	220.998	110.566	10.566







Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO USANDO AGUA DE MEZCLA A TEMPERATURA DE 10 °C A LOS 28 DÍAS DE ELABORADAS LAS MUESTRAS MTC E 704 - ASTM C 39

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	741535 E	9293506 N
Ubicación	:	Urb. "Santa Celia" - Cutervo - Cajamarca		

Verificación de Muestras de Concreto por: Relación Longitud / Diámetro

Se aplicará un factor de corrección si la relación Longitud/Diámetro es menor a 1.75

Nombre de las muestras	Longitud	Diámetro	Relación Longitud/Diámetro	
T1 - 03	20.00	10.02	2.00	No corregir
T1 - 09	19.98	10.00	2.00	No corregir
T1 - 11	20.00	10.00	2.00	No corregir
T1 - 14	20.00	10.00	2.00	No corregir
T1 - 17	19.96	10.10	1.98	No corregir

Verificación de Muestras de Concreto por: Variación en Diámetro

No se ensayarán las muestras cuyo diámetro presenten una variación mayor en un 2%

Nombre de las muestras		Diámetro		Diferencias de diámetros		Estado de la muestra
		cm	2%	Diferencias	Resultados	
T1 - 03	a	10.020	0.200	a - b	0.020	Usar
				a - c	0.020	Usar
T1 - 09	b	10.000	0.200	a - d	0.020	Usar
				a - e	0.080	Usar
T1 - 11	c	10.000	0.200	b - c	0.000	Usar
				b - d	0.000	Usar
T1 - 14	d	10.000	0.200	b - e	0.100	Usar
				c - d	0.000	Usar
T1 - 17	e	10.100	0.202	c - e	0.100	Usar
				d - e	0.100	Usar
Promedio		**10.024**	**0.200**			

Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

Verificación de Muestras de concreto por: Variación de Resistencia

Para determinar la resistencia a la compresión promedio, se usarán solo las muestra que no tengan una variación de 10.60 %.

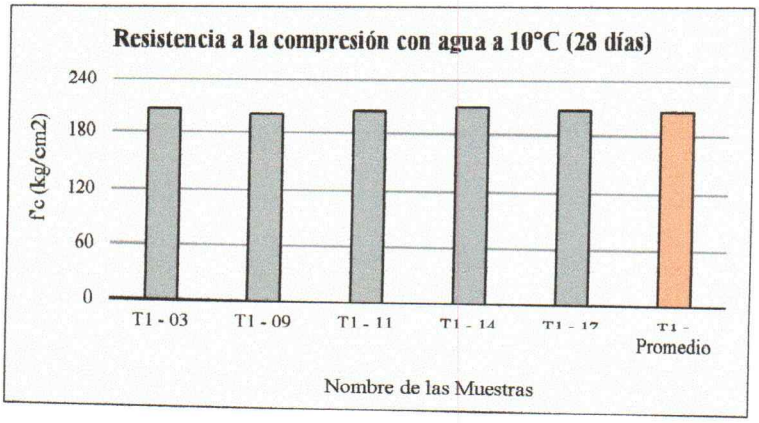
Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia al compresión	Variación de la resistencia	
T1 - 03	10.020	78.854	16210.000	205.569	0.084	Usar
T1 - 09	10.000	78.540	15750.000	200.535	2.367	Usar
T1 - 11	10.000	78.540	16050.000	204.355	0.507	Usar
T1 - 14	10.000	78.540	16490.000	209.957	2.220	Usar
T1 - 17	10.100	80.118	16550.000	206.569	0.571	Usar
Promedio	10.024	78.918	16210.000	205.397		

Resumen y Análisis de Datos Validados

Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia a la	Tipo de fractura
T1 - 03	10.020	78.854	16210.000	205.569	Tipo 5
T1 - 09	10.000	78.540	15750.000	200.535	Tipo 5
T1 - 11	10.000	78.540	16050.000	204.355	Tipo 5
T1 - 14	10.000	78.540	16490.000	209.957	Tipo 5
T1 - 17	10.100	80.118	16550.000	206.569	Tipo 2
T1 - Promedio	10.024	78.918	16210.000	205.397	

La siguiente Gráfica muestra:

- Resistencia a la compresión de cada una de las muestras ensayadas
- Resistencia a la compresión promedio



Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO USANDO AGUA DE MEZCLA A TEMPERATURA DE 23 °C A LOS 28 DÍAS DE ELABORADAS LAS MUESTRAS MTC E 704 - ASTM C 39

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	741535 E	9293506 N
Ubicación	:	Urb. "Santa Celia" - Cutervo - Cajamarca		

Verificación de Muestras de Concreto por: Relación Longitud / Diámetro

Se aplicará un factor de corrección si la relación Longitud/Diámetro es menor a 1.75

Nombre de las muestras	Longitud	Diámetro	Relación Longitud/Diámetro	
T2 - 03	20.00	10.00	2.00	No corregir
T2 - 06	20.00	10.10	1.98	No corregir
T2 - 10	19.98	10.00	2.00	No corregir
T2 - 13	19.98	10.02	1.99	No corregir
T2 - 18	20.00	10.05	1.99	No corregir

Verificación de Muestras por: Variación de Diámetro

No se ensayarán las muestras cuyo diámetro presenten una variación mayor en un 2%

Nombre de las muestras		Diámetro		Variación de diámetros		Estado de la muestra
		cm	2%	Diferencias	Resultados	
T2 - 03	a	10.000	0.200	a - b	0.100	Usar
				a - c	0.000	Usar
T2 - 06	b	10.100	0.202	a - d	0.020	Usar
				a - e	0.050	Usar
T2 - 10	c	10.000	0.200	b - c	0.100	Usar
				b - d	0.080	Usar
T2 - 13	d	10.020	0.200	b - e	0.050	Usar
				c - d	0.020	Usar
T2 - 18	e	10.050	0.201	c - e	0.050	Usar
				d - e	0.030	Usar
Promedio		10.034	0.201			

Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN LABORATORIO

Responsable de Laboratorio

Verificación de Muestras por: Variación de Resistencia

Para determinar la resistencia a la compresión promedio, se usarán solo las muestra que no tengan una variación de 10.60 %.

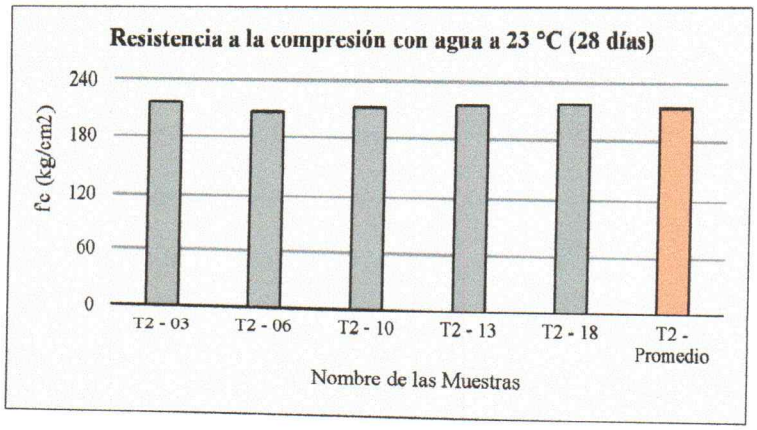
Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia a la	Variación de la resistencia	
T2 - 03	10.000	78.540	17080.000	217.469	1.995	Usar
T2 - 06	10.100	80.118	16380.000	204.447	4.113	Usar
T2 - 10	10.000	78.540	16750.000	213.268	0.024	Usar
T2 - 13	10.020	78.854	16980.000	215.334	0.993	Usar
T2 - 18	10.050	79.327	17100.000	215.563	1.101	Usar
Promedio	10.034	79.076	16858.000	213.216		

Resumen y Análisis de Datos Validados

Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia a la	Tipo de fractura
T2 - 03	10.034	79.075	17080.000	215.998	Tipo 2
T2 - 06	10.034	79.075	16380.000	207.146	Tipo 5
T2 - 10	10.034	79.075	16750.000	211.825	Tipo 5
T2 - 13	10.034	79.075	16980.000	214.733	Tipo 5
T2 - 18	10.034	79.075	17100.000	216.251	Tipo 5
T2 - Promedio	10.034	79.075	16858.000	213.191	

La siguiente Gráfica muestra:

- Resistencia a la compresión de cada una de las muestras ensayadas
- Resistencia a la compresión promedio



Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO USANDO AGUA DE MEZCLA A TEMPERATURA DE 39 °C A LOS 28 DÍAS DE ELABORADAS LAS MUESTRAS MTC E 704 - ASTM C 39

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	741535 E	9293506 N
Ubicación	:	Urb. "Santa Celia" - Cutervo - Cajamarca		

Verificación de Muestras de Concreto por: Relación Longitud / Diámetro

Se aplicará un factor de corrección si la relación Longitud/Diámetro es menor a 1.75

Nombre de las muestras	Longitud	Diámetro	Relación Longitud/Diámetro	
T3 - 03	20.00	10.10	1.98	No corregir
T3 - 05	19.98	10.01	2.00	No corregir
T3 - 08	19.98	10.05	1.99	No corregir
T3 - 13	19.98	10.10	1.98	No corregir
T3 - 18	20.00	10.10	1.98	No corregir

Verificación de Muestras por: Variación de Diámetro

No se ensayarán las muestras cuyo diámetro presenten una variación mayor en un 2%

Nombre de las muestras		Diámetro		Diferencias de diámetros		Estado de la muestra
		cm	2%	Diferencias	Resultados	
T3 - 03	a	10.100	0.202	a - b	0.090	Usar
				a - c	0.050	Usar
T3 - 05	b	10.010	0.200	a - d	0.000	Usar
				a - e	0.000	Usar
T3 - 08	c	10.050	0.201	b - c	0.040	Usar
				b - d	0.090	Usar
T3 - 13	d	10.100	0.202	b - e	0.090	Usar
				c - d	0.050	Usar
T3 - 18	e	10.100	0.202	c - e	0.050	Usar
				d - e	0.000	Usar
Promedio		10.072	0.201			

Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

Verificación de Muestras por: Variación de Resistencia

Para determinar la resistencia a la compresión promedio, se usarán solo las muestra que no tengan una variación de 10.60 %.

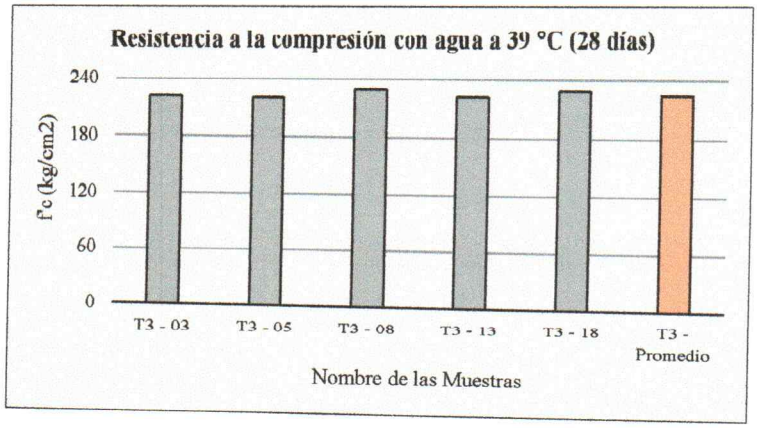
Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia al compresión	Variación de la resistencia	
T3 - 03	10.100	80.118	17590.000	219.550	1.850	Usar
T3 - 05	10.010	78.697	17520.000	222.626	0.475	Usar
T3 - 08	10.050	79.327	18200.000	229.430	2.566	Usar
T3 - 13	10.100	80.118	17650.000	220.299	1.515	Usar
T3 - 18	10.100	80.118	18150.000	226.540	1.274	Usar
Promedio	10.072	79.676	17822.000	223.689		

Resumen y Análisis de Datos Validados

Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia a la	Tipo de fractura
T3 - 03	10.072	79.675	17590.000	220.772	Tipo 5
T3 - 05	10.072	79.675	17520.000	219.894	Tipo 5
T3 - 08	10.072	79.675	18200.000	228.428	Tipo 5
T3 - 13	10.072	79.675	17650.000	221.525	Tipo 2
T3 - 18	10.072	79.675	18150.000	227.801	Tipo 5
T3 - Promedio	10.072	79.675	17822.000	223.684	

La siguiente Gráfica muestra:

- Resistencia a la compresión de cada una de las muestras ensayadas
- Resistencia a la compresión promedio



Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO USANDO AGUA DE MEZCLA A TEMPERATURA DE 55 °C A LOS 28 DÍAS DE ELABORADAS LAS MUESTRAS MTC E 704 - ASTM C 39

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	741535 E	9293506 N
Ubicación	:	Urb. "Santa Celia" - Cutervo - Cajamarca		

Verificación de Muestras de Concreto por: Relación Longitud / Diámetro

Se aplicará un factor de corrección si la relación Longitud/Diámetro es menor a 1.75

Nombre de las muestras	Longitud	Diámetro	Relación Longitud/Diámetro	
T4 - 03	19.98	10.00	2.00	No corregir
T4 - 06	19.98	10.00	2.00	No corregir
T4 - 08	20.00	10.01	2.00	No corregir
T4 - 14	20.01	10.00	2.00	No corregir
T4 - 17	19.98	10.00	2.00	No corregir

Verificación de Muestras por: Variación de Diámetro

No se ensayarán las muestras cuyo diámetro presenten una variación mayor en un 2%

Nombre de las muestras		Diámetro		Diferencias de diámetros		Estado de la muestra
		cm	2%	Diferencias	Resultados	
T4 - 03	a	10.000	0.200	a - b	0.000	Usar
				a - c	0.010	Usar
T4 - 06	b	10.000	0.200	a - d	0.000	Usar
				a - e	0.000	Usar
T4 - 08	c	10.010	0.200	b - c	0.010	Usar
				b - d	0.000	Usar
T4 - 14	d	10.000	0.200	b - e	0.000	Usar
				c - d	0.010	Usar
T4 - 17	e	10.000	0.200	c - e	0.010	Usar
				d - e	0.000	Usar
Promedio		10.002	0.200			

Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

Verificación de Muestras por: Variación de Resistencia

Para determinar la resistencia a la compresión promedio, se usarán solo las muestra que no tengan una variación de 10.60 %.

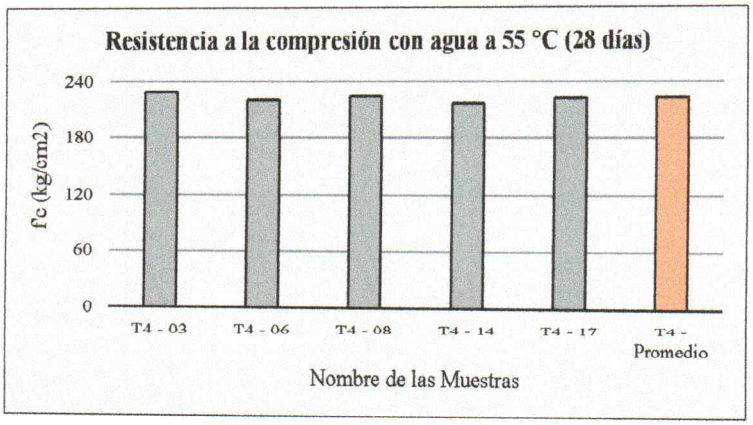
Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia al compresión	Variación de la resistencia	
T4 - 03	10.000	78.540	17930.000	228.292	2.792	Usar
T4 - 06	10.000	78.540	17280.000	220.016	0.934	Usar
T4 - 08	10.010	78.697	17560.000	223.134	0.470	Usar
T4 - 14	10.000	78.540	17050.000	217.087	2.253	Usar
T4 - 17	10.000	78.540	17430.000	221.926	0.074	Usar
Promedio	10.002	78.571	17450.000	222.091		

Resumen y Análisis de Datos Validados

Nombre de las muestras	Diámetro	Área sección transversal	Carga máxima	Resistencia a la	Tipo de fractura
T4 - 03	10.002	78.571	17930.000	228.201	Tipo 5
T4 - 06	10.002	78.571	17280.000	219.928	Tipo 5
T4 - 08	10.002	78.571	17560.000	223.491	Tipo 5
T4 - 14	10.002	78.571	17050.000	217.001	Tipo 5
T4 - 17	10.002	78.571	17430.000	221.837	Tipo 5
T4 - Promedio	10.002	78.571	17450.000	222.091	

La siguiente Gráfica muestra:

- Resistencia a la compresión de cada una de las muestras ensayadas
- Resistencia a la compresión promedio



Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

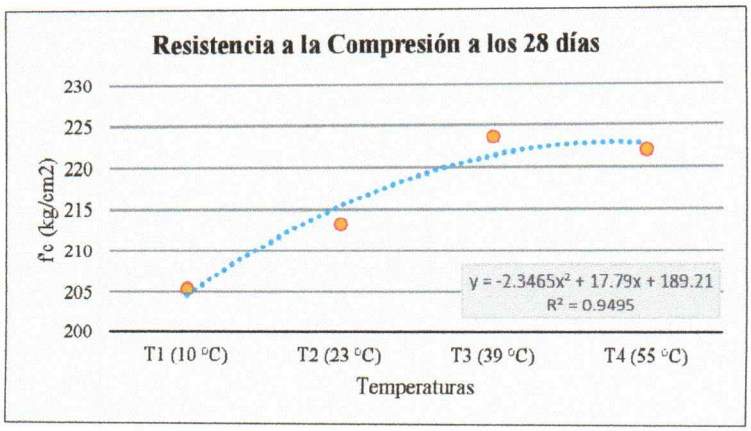
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Laboratorio de Ingeniería Civil

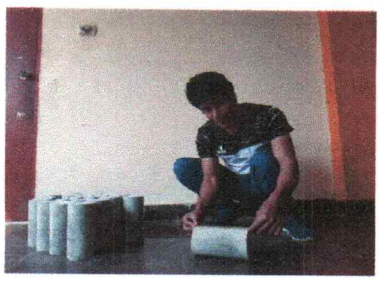
ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LA EDAD DE 28 DÍAS DE ELABORADAS LAS MUESTRAS

DATOS INFORMATIVOS				
Tesis	:	Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Cutervo, provincia Cutervo - Cajamarca		
Responsable	:	Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea		
Coordenadas UTM	:	Zona 17	741535 E	9293506 N
Ubicación	:	Urb. "Santa Celia" - Cutervo - Cajamarca		

Temperaturas	Resistencia a la compresión	Representación porcentual	
		Total (%)	Variación (%)
T1 (10 °C)	205.397	100.000	0.000
T2 (23 °C)	213.191	103.794	3.794
T3 (39 °C)	223.684	108.903	8.903
T4 (55 °C)	222.091	108.128	8.128







Bach. Hilmer J. Leiva Goicochea
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO ING. CIVIL

Responsable de Laboratorio

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS

NORMA ASTM C39 MTC E704

SOLICITANTE: BACH. HILMER J. LEIVA GOICOCHEA

TESIS: "INFLUENCIA DE LA TEMPERATURADEL AGUA EN LA RESITENCIA A LA COMPRENSION DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO-CAJAMARCA"

Fecha: 18-01-2021

ELEMENTO (s) DISEÑOS DE CONCRETO CONVENCIONAL **PAVIMENTO RIGIDO** TIPO DE MEZCLA **210 Kg/cm2.**

f'c (Kg/cm2) **210** ADITIVO 1

ITEM	ELEMENTO ESTRUCTURA	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	Diámetro (mm)	ALTURA (mm)	PESO (kg)	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (Kg)	ÁREA (mm2)	CARGA Kg/cm2	FC 210 KG/Cm2	f'c (%)
1	-----	11-ene.-21	7	18-ene.-21	100.00	200.00	8520	3	13700.00	7854	174	210	83.1%
2	-----	11-ene.-21	7	18-ene.-21	100.00	200.00	8362	5	13800.00	7854	176	210	83.7%
3	-----	11-ene.-21	7	18-ene.-21	100.00	200.00	8632	5	13920.00	7854	177	210	84.4%
4	-----	11-ene.-21	7	18-ene.-21	100.00	200.00	8523	5	13820.00	7854	176	210	83.8%
5	-----	11-ene.-21	7	18-ene.-21	100.00	200.00	8563	3	13710.00	7854	175	210	83.1%

OBSERVACIONES: LOS TESTIGOS CILINDRICOS, FUERON MUESTREADOS POR EL SOLICITANTE Y TRASPORTADOS POR EL MISMO

(*) TIPO DE ROTURA ASTM C39



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS

NORMA ASTM C39 MTC E704

SOLICITANTE: BACH. HILMER J. LEIVA GOICOCHEA

TESIS: "INFLUENCIA DE LA TEMPERATURADEL AGUA EN LA RESITENCIA A LA COMPRENSION DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO-CAJAMARCA"

Fecha: 25-01-2021

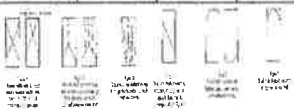
ELEMENTO (s) DISEÑOS DE CONCRETO CONVENCIONAL **DISEÑO DE MEZCLA 210 KG/CM2** TIPO DE MEZCLA **210 Kg/cm2.**

f'c (Kg/cm2) **210** ADITIVO 1

ITEM	ELEMENTO ESTRUCTURA	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	Diámetro (mm)	ALTURA (mm)	PESO (kg)	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (Kg)	ÁREA (mm2)	CARGA Kg/cm2	FC 210 KG/Cm2	f'c (%)
1	-----	11-ene.-21	14	25-ene.-21	100.00	200.00	9231	3	14620.00	7854	186	210	88.6%
2	-----	11-ene.-21	14	25-ene.-21	100.00	200.00	9326	4	14820.00	7854	189	210	89.9%
3	-----	11-ene.-21	14	25-ene.-21	100.00	200.00	9325	3	14380.00	7854	183	210	87.2%
4	-----	11-ene.-21	14	25-ene.-21	100.00	200.00	9385	5	14850.00	7854	189	210	90.0%
5	-----	11-ene.-21	14	25-ene.-21	100.00	200.00	9563	4	14562.00	7854	185	210	88.3%

OBSERVACIONES: LOS TESTIGOS CILINDRICOS, FUERON MUESTREADOS POR EL SOLICITANTE Y TRASPORTADOS POR EL MISMO

(*) TIPO DE ROTURA ASTM C39



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77280

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS

NORMA ASTM C39 MTC E704

SOLICITANTE: BACH. HILMER J. LEIVA GOICOCHEA

TESIS: "INFLUENCIA DE LA TEMPERATURADEL AGUA EN LA RESITENCIA A LA COMPRENSION DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO-CAJAMARCA"

Fecha: 01-02-2021

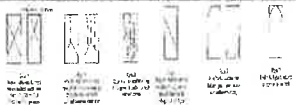
ELEMENTO (s) DISEÑOS DE CONCRETO CONVENCIONAL **DISEÑO DE MEZCLA 210 KG/CM2** TIPO DE MEZCLA **210 Kg/cm2.**

f'c (Kg/cm2) **210** ADITIVO 1

ITEM	ELEMENTO ESTRUCTURA	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	Diámetro (mm)	ALTURA (mm)	PESO (kg)	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (Kg)	ÁREA (mm2)	CARGA Kg/cm2	FC 210 KG/Cm2	f'c (%)
1	----	11-ene.-21	21	1-feb.-21	100.00	200.00	9856	3	17530.00	7854	223	210	106.3%
2	----	11-ene.-21	21	1-feb.-21	100.00	200.00	9865	5	17520.00	7854	223	210	106.2%
3	----	11-ene.-21	21	1-feb.-21	100.00	200.00	9872	5	17850.00	7854	227	210	108.2%
4	----	11-ene.-21	21	1-feb.-21	100.00	200.00	9865	5	17569.00	7854	224	210	106.5%
5	----	11-ene.-21	21	1-feb.-21	100.00	200.00	9832	5	17852.00	7854	227	210	108.2%

OBSERVACIONES: LOS TESTIGOS CILINDRICOS, FUERON MUESTREADOS POR EL SOLICITANTE Y TRASPORTADOS POR EL MISMO

(*) TIPO DE ROTURA ASTM C39



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS

NORMA ASTM C39 MTC E704

SOLICITANTE: BACH. HILMER J. LEIVA GOICOCHEA

TESIS: "INFLUENCIA DE LA TEMPERATURADEL AGUA EN LA RESITENCIA A LA COMPRENSION DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO-CAJAMARCA"

Fecha: 08-02-2021

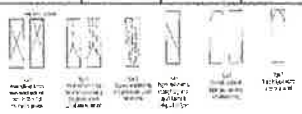
ELEMENTO (s) DISEÑOS DE CONCRETO CONVENCIONAL **DISEÑO DE MEZCLA 210 KG/CM2** TIPO DE MEZCLA **210 Kg/cm2.**

f'c (Kg/cm2) **210** ADITIVO 1

ITEM	ELEMENTO ESTRUCTURA	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	Diámetro (mm)	ALTURA (mm)	PESO (kg)	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (Kg)	ÁREA (mm2)	CARGA Kg/cm2	FC 210 KG/Cm2	f'c (%)
1	-----	11-ene.-21	28	8-feb.-21	100.00	200.00	10231	3	18023.00	7854	229	210	109.3%
2	-----	11-ene.-21	28	8-feb.-21	100.00	200.00	10256	4	18213.00	7854	232	210	110.4%
3	-----	11-ene.-21	28	8-feb.-21	100.00	200.00	10523	6	18321.00	7854	233	210	111.1%
4	-----	11-ene.-21	28	8-feb.-21	100.00	200.00	10526	5	18236.00	7854	232	210	110.6%
5	-----	11-ene.-21	28	8-feb.-21	100.00	200.00	10245	5	18325.00	7854	233	210	111.1%

OBSERVACIONES: LOS TESTIGOS CILINDRICOS, FUERON MUESTREADOS POR EL SOLICITANTE Y TRASPORTADOS POR EL MISMO

(*) TIPO DE ROTURA ASTM C39



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Gerenias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL