

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN  
DEL CONCRETO  $f'c=21$  MPa, COMPARANDO EL  
MÉTODO DE CURADO ACELERADO Y CURADO  
NORMAL**

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

**Autores** : **Bach. JACKSON BRADY HUAMÁN PINEDO**  
**Bach. REYNER IVÁN SANTIAGO MENDOZA**

**Asesor** : **Ing. CÉSAR JESÚS DÍAZ CORONEL**

**JAÉN – PERÚ, AGOSTO, 2019**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo, Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

## ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la Ciudad de Jaén, el día 28 de Agosto del año 2019, siendo las 11:15 horas, se Reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. ZADITH NANCY GARRIDO CAMPAÑA

Secretario: Mg. BILLY ALEXIS CAYATOPA CALDERON

Vocal: Msc. CHRISTIAAN ZAYED APAZA PANCA

Sustentación del Informe Final:

- ( ) Trabajo de Investigación  
(  ) Tesis  
( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'c = 21$  MPa, COMPARANDO EL MÉTODO DE CURADO ACELERADO Y CURADO NORMAL

Presentado por estudiante/egresado o Bachiller: JACKSON BRADY HUANÁN PINEDO REYNER IVÁN SANTIAGO MENDOZA

De la Carrera Profesional de.....

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- (  ) Aprobar ( ) Desaprobado (  ) Unanimidad ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

- |                |            |               |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente   | 18, 19, 20 | ( )           |
| b) Muy bueno   | 16, 17     | ( )           |
| c) Bueno       | 14, 15     | ( <u>15</u> ) |
| d) Regular     | 13         | ( )           |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | ( )           |

Siendo las 12:05 Hora del mismo día, el Jurado concluye el acto sustentado confirmando su participación con la suscripción de la presente.

  
\_\_\_\_\_  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
Vocal

## INDICE

INDICE GENERAL .....	I
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VI
ÍNDICE DE ANEXOS .....	VIII
RESUMEN .....	IX
ABSTRAC .....	X
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Antecedentes de la investigación .....	2
1.1.1. A Nivel Internacional .....	2
1.1.2. A Nivel Nacional .....	2
1.1.3. A Nivel Local .....	3
II. OBJETIVOS .....	4
2.1. General .....	4
2.2. Específicos .....	4
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	5
3.1. Diseño de la investigación .....	6
3.2. Ubicación de la zona de estudio .....	6
3.3. Población y Muestra .....	7
3.4. Instrumentos de recolección de datos .....	8
3.4.1. Agregados .....	8
3.4.2. Concreto .....	8
3.5. Desarrollo de la investigación .....	9
3.5.1. Tanque para curado acelerado de concreto - método B .....	10
3.5.2. Elección de los materiales para la fabricación del concreto .....	15
3.5.2.1. Cemento .....	15
3.5.2.2. Agua .....	15
3.5.2.3. Agregado fino .....	16

3.5.2.3.1.	Ubicación .....	16
3.5.2.4.	Agregado grueso .....	16
3.5.2.4.1.	Ubicación .....	16
3.5.3.	Determinación de las características físicas y mecánicas de los agregados..	17
3.5.3.1.	Agregado fino .....	17
3.5.3.1.1.	Muestreo para materiales de construcción.....	17
3.5.3.1.2.	Cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 $\mu\text{m}$ (N° 200) por lavado . .....	17
3.5.3.1.3.	Peso Unitario y vacío de los agregados .....	18
3.5.3.1.4.	Análisis Granulométrico del agregado fino .....	18
3.5.3.1.5.	Gravedad específica y absorción de agregados finos .....	19
3.5.3.1.6.	Método de Ensayo para contenido de humedad total de los agregados por secado. ....	20
3.5.3.2.	Agregado grueso .....	21
3.5.3.2.1.	Muestreo para materiales de construcción.....	21
3.5.3.2.2.	Peso Unitario y vacío de los agregados .....	21
3.5.3.2.3.	Análisis Granulométrico del agregado grueso.....	21
3.5.3.2.4.	Gravedad específica y absorción de agregados gruesos .....	24
3.5.3.2.5.	Método de Ensayo para contenido de humedad total de los agregados por secado .....	25
3.5.4.	Diseño de mezcla de concreto .....	25
3.5.4.1.	Elaboración del concreto en campo .....	25
3.5.4.1.1.	Equipos .....	25
3.5.4.1.2.	Materiales.....	26
3.5.4.1.3.	Procedimiento .....	26
3.5.5.	Ensayos de control de calidad en concreto fresco. ....	27
3.5.5.1.	Asentamiento del concreto - Slump.....	27



3.5.5.1.1.	Procedimiento del ensayo .....	27
3.5.5.2.	Peso unitario del concreto fresco .....	28
3.5.5.2.1.	Procedimiento del ensayo .....	28
3.5.5.3.	Contenido de aire en el concreto fresco método de la presión .....	29
3.5.5.4.	Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto .....	30
3.5.5.5.	Elaboración y curado de especímenes de hormigón .....	30
3.5.5.5.1.	Curado normal .....	32
3.5.5.6.	Curado acelerado de testigos de concreto .....	33
3.5.5.7.	Ensayo a la compresión de testigos cilíndricos de concreto .....	36
IV.	RESULTADOS .....	37
4.1.	Características de los materiales componentes del concreto .....	37
4.1.1.	Cemento.....	37
4.1.2.	Agua .....	37
4.1.3.	Agregado fino .....	37
4.1.4.	Agregado grueso.....	38
4.2.	Diseño de mezclas .....	38
4.3.	Ensayos de control de calidad del concreto fresco .....	39
4.3.1.	Peso unitario del concreto fresco.....	39
4.3.2.	Trabajabilidad – Slump .....	40
4.3.3.	Contenido de aire atrapado .....	41
4.3.4.	Temperatura del concreto fresco .....	41
4.4.	Curado de especímenes de concreto .....	42
4.4.1.	Curado Normal .....	42
4.4.2.	Curado acelerado .....	42
4.5.	Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto .....	44
4.5.1.	Especímenes sometidos al curado normal .....	44

4.5.2.	Especímenes sometidos al curado acelerado .....	51
4.5.3.	Análisis de T- Student .....	61
4.5.3.1.	Método de curado con respecto a resistencia inicial.....	61
4.5.3.2.	Método de curado con respecto a resistencia mayor .....	62
V.	DISCUSIÓN.....	63
5.1.	Discusión sobre las Características de los materiales componentes del concreto	63
5.1.1.	Cemento.....	63
5.1.2.	Agua de mezclado .....	63
5.1.3.	Agregados.....	63
5.2.	Discusión sobre el diseño de mezcla .....	64
5.3.	Discusión sobre ensayos de control de calidad en el concreto fresco.....	64
5.3.1.	Peso unitario del concreto fresco.....	64
5.3.2.	Trabajabilidad del concreto fresco .....	64
5.3.3.	Aire atrapado en el concreto fresco .....	64
5.3.4.	Temperatura del concreto fresco .....	64
5.4.	Discusión sobre curado de especímenes de concreto .....	65
5.4.1.	Curado Normal .....	65
5.4.2.	Curado acelerado .....	65
5.5.	Discusión sobre ensayo a compresión de los Especímenes de concreto .....	66
5.5.1.	Especímenes sometidos a curado normal .....	66
5.5.2.	Especímenes sometidos a curado acelerado .....	66
5.5.3.	Prueba T- Student.....	67
5.6.	Discusión en referencia a los antecedentes.....	67
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	68
6.1.	Conclusiones.....	68
6.2.	Recomendaciones .....	69
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	70

DEDICATORIA.....	72
AGRADECIMIENTO.....	73
ANEXOS.....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de los testigos elaborados.....	7
Tabla 2. Propiedades físicas del Cemento Portland Tipo I.....	15
Tabla 3. Cantidad a utilizar en el análisis granulométrico del agregado fino.....	19
Tabla 4. Granulometría de agregado grueso para concreto portland.....	23
Tabla 5. Características de los procesos de curado acelerado.....	33
Tabla 6. Propiedades físicas y mecánicas del agregado fino.....	37
Tabla 7. Propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso.....	38
Tabla 8. Propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso.....	39
Tabla 9. Materiales por metro cubico en volumen.....	39
Tabla 10. Peso unitario del concreto Fresco.....	40
Tabla 11. Trabajabilidad del concreto fresco.....	40
Tabla 12. Aire atrapado en el concreto.....	41
Tabla 13. Temperatura del Concreto Fresco.....	41
Tabla 14. Temperaturas promedio en curado tradicional.....	42
Tabla 15. Temperaturas promedio en curado acelerado.....	43
Tabla 16. Resistencia a la compresión método de curado tradicional durante 3 días.....	44
Tabla 17. Resistencia a la compresión método de curado tradicional durante 7 días.....	45
Tabla 18. Resistencia a la compresión método de curado tradicional durante 14 días.....	46
Tabla 19. Resistencia a la compresión método de curado tradicional durante 28 días.....	47
Tabla 20. Resistencia a la compresión en curado normal.....	48
Tabla 21. Parámetros estadísticos para los datos de curado normal.....	48
Tabla 22. Resistencia a la compresión método de acelerado durante 3.5 horas.....	51
Tabla 23. Resistencia a la compresión método de acelerado durante 6 horas.....	52
Tabla 24. Resistencia a la compresión método de acelerado durante 9 horas.....	53
Tabla 25. Resistencia a la compresión método de acelerado durante 12 horas.....	54
Tabla 26. Resistencia a la compresión método de acelerado durante 15 horas.....	55

Tabla 27. Resistencia a la compresión método de acelerado durante 18 horas.....	56
Tabla 28. Resistencia a la compresión en curado acelerado.....	57
Tabla 29. Parámetros estadísticos para los datos de curado normal.....	57
Tabla 30. Estadístico de grupos - resistencias iniciales.....	61
Tabla 31. Prueba de Levene – resistencias iniciales.....	61
Tabla 32. Igualdad de varianza - resistencias iniciales.....	61
Tabla 33. Estadístico de grupos - resistencias mayores .....	62
Tabla 34. Prueba de Levene – resistencias mayores .....	62
Tabla 35. Igualdad de varianza - resistencias mayores. ....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la ciudad de Jaén .....	6
Figura 2. Esquema general de la investigación. ....	9
Figura 3. Características mínimas para un tanque de curado acelerado.....	10
Figura 4. Construcción del tanque de curado acelerado.....	10
Figura 5. Construcción de parrilla para soporte de los testigos de concreto. ....	11
Figura 6: Pintado del tanque de curado acelerado.....	12
Figura 7. Instalación de resistencias calentadoras de agua en el tanque de curado acelerado. .....	13
Figura 8. Instalaciones eléctricas internas del tanque de curado acelerado.....	14
Figura 9. Instalación eléctrica externa del tanque de curado acelerado. ....	14
Figura 10. Cemento Pacasmayo tipo I.....	15
Figura 11. Ubicación de la cantera “Josecito”, Fuente: Google Earth .....	16
Figura 12. Ubicación de la cantera “Arenera Jaén”, Fuente: Google Earth .....	16
Figura 13. Cuarteo de agregado fino. ....	17
Figura 14. Cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200.....	17
Figura 15. Peso unitario y vacío de los agregados finos . ....	18
Figura 16. Análisis granulométrico. ....	19
Figura 17. Gravedad específica y Absorción de los agregados finos.....	20
Figura 18. Secado a estufa para determinar el contenido de humedad del agregado fino...	20
Figura 19. Peso unitario y vacío de los agregados gruesos. ....	21
Figura 20. Análisis Granulométrico del agregado grueso. ....	22
Figura 21. Gravedad específica y Absorción del agregado grueso. ....	24

Figura 22. Secado de muestras en el horno del agregado grueso. ....	25
Figura 23. Elaboración de concreto $f'c=21\text{Mpa}$ . ....	26
Figura 24. Ensayo de trabajabilidad del concreto fresco – Slump. ....	27
Figura 25. Peso unitario del concreto fresco. ....	28
Figura 26. Ensayo para determinar la cantidad de aire atrapado en el concreto fresco. ....	29
Figura 27. Medición de la temperatura del concreto fresco. ....	30
Figura 28. Elaboración de testigos de concreto. ....	31
Figura 29. Curado normal de testigos cilíndricos de concreto. ....	32
Figura 30. Temperatura de los testigos antes de ser sometidos al curado acelerado. ....	34
Figura 31. Temperatura del agua a punto de ebullición. ....	34
Figura 32. Colocado de testigos en el tanque de curado acelerado. ....	35
Figura 33. Testigos después de proceso de curado acelerado. ....	35
Figura 34. Ensayo a compresión de testigos cilíndricos. ....	36
Figura 35. Resistencia a compresión de especímenes en 3 días. ....	44
Figura 36. Resistencia a compresión de especímenes en 7 días. ....	45
Figura 37. Resistencia a compresión de especímenes en 14 días. ....	46
Figura 38. Resistencia a compresión de especímenes en 28 días. ....	47
Figura 39. Porcentaje de resistencia a compresión en curado normal. ....	49
Figura 40. Resistencia a compresión en días de curado normal. ....	49
Figura 41. Tendencia de la resistencia en curado normal. ....	50
Figura 42. Resistencia a compresión de especímenes en 3.5 horas de curado acelerado. ....	51
Figura 43. Resistencia a compresión de especímenes en 6 horas de curado acelerado. ....	52
Figura 44. Resistencia a compresión de especímenes en 9 horas de curado acelerado. ....	53
Figura 45. Resistencia a compresión de especímenes en 12 horas de curado acelerado. ....	54
Figura 46. Resistencia a compresión de especímenes en 15 horas de curado acelerado. ....	55
Figura 47. Resistencia a compresión de especímenes en 18 horas de curado acelerado. ....	56
Figura 48. Porcentaje de resistencia a compresión en curado acelerado. ....	58
Figura 49. Resistencia a compresión según horas de curado acelerado. ....	58
Figura 50. Porcentaje de resistencia compresión de curado acelerado respecto a curado normal a 28 días. ....	59
Figura 51. Tendencia de resistencia a compresión curado acelerado. ....	59
Figura 52. Porcentaje de resistencia a compresión respecto a 28 días de curado normal. ..	60
Figura 53. Línea de tendencia de curado acelerado en función de curado normal. ....	60

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultados de ensayos de los agregados para concreto .....	75
Anexo 2. Resultados diseño de mezclas .....	82
Anexo 3. Resultados resistencia a la compresión del concreto en curado normal .....	86
Anexo 4. Resultados resistencia a la compresión del concreto en curado acelerado .....	91
Anexo 5. Certificado de calibracion de equipos .....	98
Anexo 6. Resultados de prueba t-student en software statistix 8.0 .....	101
Anexo 7. Plano para tanque de curado acelerado .....	103

## RESUMEN

Se empleó método de curado acelerado y normal para determinar la resistencia a compresión del concreto, teniendo como objetivo determinar la resistencia a compresión del concreto  $f'c=21$  MPa. Se fabricó el tanque de curado acelerado tomando como características técnicas NTP 339.213 (método B – Agua Hirviendo) y control de calidad de los agregados, a través de ensayos normalizados, permitiendo obtener un diseño de mezclas con el método ACI 211. Se preparó el concreto y ensayos de control de calidad del concreto fresco. Se elaboró probetas, los cuales se sometieron a curado acelerado (3.5, 6, 9, 12, 15, 18 horas respectivamente) y curado normal. Obteniendo como resultado que la resistencia avanza favorablemente hasta las 9 horas de curado acelerado con un porcentaje promedio de 101.19 % con respecto a resistencia de diseño y 57.56 % con respecto 28 días de curado normal, pero pasado este tiempo el concreto empieza a perder resistencia progresivamente.

**Palabras clave:** Curado Acelerado, Curado normal, Concreto, Resistencia a Compresión.

## ABSTRAC

Accelerated and normal curing method was used to determine the compressive strength of concrete, with the objective of determining the compressive strength of concrete  $f'_c = 21$  MPa. The accelerated curing tank was manufactured taking as technical characteristics NTP 339.213 (method B - Boiling Water) and quality control of the aggregates, through standardized tests, allowing to obtain a design of mixtures with the method ACI 211. The concrete was prepared and quality control tests of fresh concrete. Test tubes were prepared, which underwent accelerated cure (3.5, 6, 9, 12, 15, 18 hours respectively) and normal cure. Obtaining as a result that the resistance progresses favorably until 9 hours of accelerated curing with an average percentage of 101.19% with respect to design resistance and 57.56% with respect to 28 days of normal curing, but after this time the concrete begins to gradually lose resistance.

**Keywords:** Accelerated Curing, Normal Curing, Concrete, Compression Resistance.



## **I. INTRODUCCIÓN**

El curado es sin duda uno de los procesos más importantes del concreto, toda vez que impacta en todas sus propiedades (...). El proceso de hidratación del cemento se caracteriza entre otras cosas, que es muy rápido en las primeras edades y es muy sensible a la temperatura a la cual se desarrolla. Por ello, es importante un adecuado mantenimiento de la humedad y temperatura en el concreto, para que éste pueda desarrollar las características para las cuales fue diseñado. (Euclid Group Toxement, 2016).

Desde la década de los 70 existen varios ensayos sobre métodos de curado y de curado acelerado de concreto, pero en la actualidad poco se toma en cuenta estos ensayos que están registrados en la norma ASTM y en la NTP 339.213.

Normalmente, el concreto es colocado en una estructura en etapas o colados, una sobre otra. Así, para cuando están disponibles los resultados de la prueba de 28 días, o incluso de la prueba de 7 días, puede sobreponerse una cantidad considerable de concreto a aquella representada por los especímenes de prueba en cuestión. Entonces ya es más bien tarde para tomar medidas de remedio si el concreto es demasiado débil; si es demasiado resistente; esto indica que la mezcla utilizada fue antieconómica. En realidad, el control de producción con una demora de 28 días no es razonable. (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 2013).

Debido a la problemática expuesta en este proyecto se extendió los alcances de la NTP 339.213, misma que se tiene pocos ensayos e investigaciones. Se evaluaron tiempos de curado acelerado (3.5, 6, 9, 12, 15, 18 horas) y tiempos de curado normal (3, 7, 14, 28 días), luego se realizó el ensayo a compresión de los testigos cilíndricos de concreto.

## **1.1 Antecedentes de la investigación**

### **1.1.1. A Nivel Internacional**

(Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón, 2012), en su libro explica que:

El aumento de en la temperatura de exposición de una pasta de cemento incrementa la velocidad de reacción durante las primeras horas. Este aumento también se pone de manifiesto en las curvas calorimétricas, pues a medida que la temperatura disminuye, el tiempo de reacción se hace más prolongado. Debe tenerse en cuenta que el aumento de la temperatura a más de 60 °C modifica los productos de hidratación, especialmente del C<sub>3</sub>A.

(Arévalo Vera & Herrera Añazco, 2005) En su investigación recomendó que:

Una vez que los especímenes de concreto hayan sido sometidos a curado acelerado, se deben tener las muestras a temperatura ambiente por lo menos una hora con la finalidad, de que se establezca la temperatura en los especímenes, que al momento de ensayarlos se tengan resultados coherentes.

(Andrade Pino & Sono Sanchez, 2014) en su proyecto de tesis recomendaron que:

El tiempo de curado acelerado de las probetas de concreto no solo debería ser 3.5 horas, sino que debería ampliarse a 4 o 5 horas, con lo que se llegará a una resistencia mayor, más cercana a la obtenida a los 28 días.

### **1.1.2. A Nivel Nacional**

(Alva Cáceres, 2013) En su tesis de grado nos explica que:

Es importante el estudio práctico a la norma NTP 339.213 “Método de ensayo normalizado para la elaboración, curado acelerado y ensayo en compresión de especímenes de concreto” debido a que permite obtener información rápida sobre la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas, con una confiabilidad del 90% mejorando así el control de calidad del concreto.

(Norma Técnica Peruana, 2018) Para curado acelerado esta norma nos explica que:

Establece 4 procedimientos para elaborar, curar y ensayar especímenes de concreto almacenados bajo condiciones que intentan acelerar el desarrollo de sus resistencias. Los procedimientos son: A – Método del agua caliente, B – Método del agua hervida, C – Método de curado autógeno, D – Método de alta presión y temperatura.

(Cruzado Ruiz, 2018) En su tesis de grado:

Obtuvo un resultado Promedio Específico de Curado Acelerado a 118.66 % sobre los 100 % con respecto a 210 kg/cm<sup>2</sup>; mientras tanto, el resultado obtenido de Promedio Específico de Curado Estándar 28 días es 118.13 % sobre los 100 % con respecto a 210 kg/cm<sup>2</sup>.

(Zorrilla Rodríguez, 2018) Concluyó en sus resultados:

Una resistencia de concreto con el curado acelerado a 7 horas de secado (111.14%) son aproximadamente iguales que la resistencia del concreto con el curado estándar (112.38%) y en un tiempo menor. El método de curado acelerado con agua hirviendo se puede realizar con especímenes en laboratorio, sólo para realizar control de calidad. Estos ensayos fueron realizados en la Universidad Nacional de Cajamarca en la ciudad de Cajamarca donde el Clima es templado.

### **1.1.3.A Nivel Local**

(Rojas Clavo, 2019) Concluyó que:

Para la fabricación de concreto a mayores temperaturas es evidente una disminución de general en las resistencias finales del concreto, y para fabricación a menores temperaturas esta tendencia es revertida, es decir las resistencias son mayores si la temperatura es de menor nivel.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. General**

Determinar la resistencia a compresión del concreto  $f'_c=21$  MPa, comparando el método de curado acelerado y curado normal.

### **2.2. Específicos**

Establecer una relación resistencia – tiempo en el método de curado normal.

Establecer una relación resistencia – tiempo en el método de curado acelerado.

Generar una relación que nos permita estimar las resistencias a compresión en curado normal (3, 7, 14, 28 días) en términos del curado acelerado (3.5, 6, 9, 12, 15, 18 horas).

Identificar posibles ventajas y desventajas en el método de curado acelerado.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Materiales**

Agregados (arena gruesa y piedra chancada), cemento y agua potable, tanque de curado acelerado.

#### **Métodos**

Se empezó con la construcción del tanque de curado acelerado, adquisición de los componentes del concreto: cemento, agua y agregados; este último fue sometido a un riguroso control de calidad para su aceptación o rechazo de la misma.

En los agregados, se realizó el muestreo en la planta chancadora de los proveedores “Josecito y Arenera Jaén SAC”; luego se realizó varios ensayos de control de calidad en laboratorio de la Universidad Nacional de Jaén como: Cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200 por lavado, Análisis granulométrico, contenido de humedad, gravedad específica, absorción y peso unitario de los vacíos.

Con los resultados obtenidos del control de calidad de los agregados se procedió al diseño de mezclas y elaboración de concreto; de éstos se realizaron ensayos de contenido de aire, Slump para determinar la trabajabilidad de la mezcla utilizando el cono de Abrams, temperatura del concreto fresco y peso unitario.

Se elaboraron 120 testigos de concreto de 10 cm de diámetro por 20 cm de altura, de los cuales 72 se sometieron a curado acelerado de 3.5, 6, 9, 12, 15 y 18 horas, y 48 para el curado normal (3, 7, 14 y 28 días). Todos los testigos fueron ensayados a compresión; los resultados obtenidos fueron sometidos a cálculos estadísticos para determinar las conclusiones y recomendaciones de esta investigación.

## Variables

Variable Dependiente X

X1: Resistencia a la compresión

Variable Independiente Y

Y1: método de curado acelerado

Y2: método de curado normal

### 3.1. Diseño de la investigación

Es una investigación cuantitativa, experimental, comparativa y aplicada.

### 3.2. Ubicación de la zona de estudio

Esta investigación se realizó en la ciudad de Jaén, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca; esta ciudad está ubicada a una altura promedio de 729 m.s.n.m; los veranos son largos, muy caliente y nublados y los inviernos son cortos, cómodos, secos y mayormente despejados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 17 °C a 32 °C y rara vez baja a menos de 15 °C o sube a más de 35 °C.

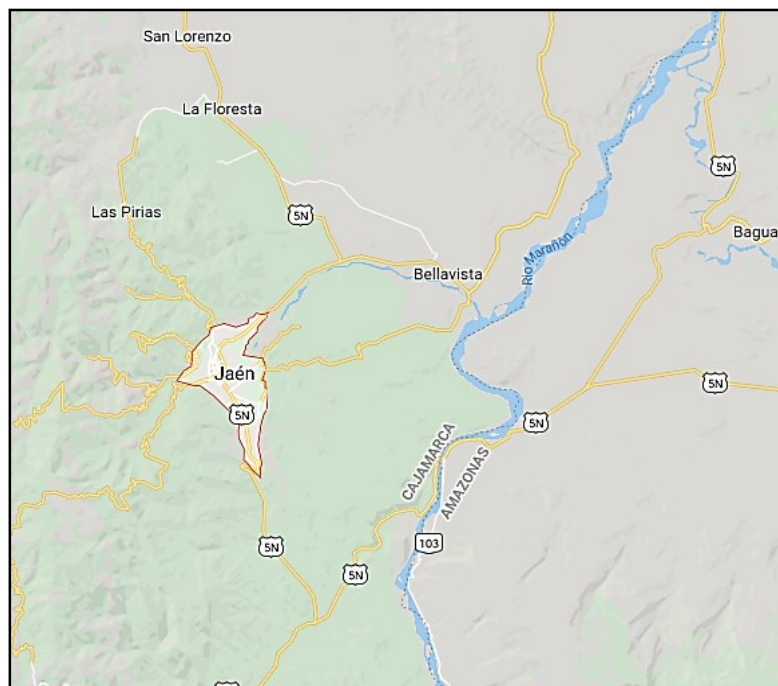


Figura 1. Ubicación geográfica de la ciudad de Jaén

### 3.3. Población y Muestra

En esta investigación se contempló como población a 120 especímenes de concreto de 10 cm de diámetro x 20 cm de altura, los cuales están repartidos de la siguiente manera: 72 testigos para curado acelerado (12 por cada tiempo establecido; 3.5, 6, 9, 12, 15, 18 horas respectivamente), de la misma manera para el curado normal se asignó una población de 48 testigos (12 por cada edad de rotura; 3, 7, 14 y 28 días respectivamente). La correcta fabricación de especímenes se hizo de acuerdo a la norma NTP 339.033 (Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo).

El Comité ACI 318-08 establece que tres testigos como mínimo equivalen a un resultado, para esta investigación se consideró una confiabilidad de 4 resultados por muestra.

**Tabla 1.**

*Distribución de los testigos elaborados.*

N° de Tanda	Distribución de testigos									
	Curado acelerado						Curado Normal			
	3,5 h	6 h	9 h	12 h	15 h	18 h	3 d	7 d	14 d	28 h
<b>1</b>	12	-	-	-	-	-	2	2	2	2
<b>2</b>	-	12	-	-	-	-	2	2	2	2
<b>3</b>	-	-	12	-	-	-	2	2	2	2
<b>4</b>	-	-	-	12	-	-	2	2	2	2
<b>5</b>	-	-	-	-	12	-	2	2	2	2
<b>6</b>	-	-	-	-	-	12	2	2	2	2
<b>Suma</b>	72 testigos						48 testigos			
<b>Total</b>	120 testigos									

Fuente: Elaboración Propia

### **3.4. Instrumentos de recolección de datos**

#### **3.4.1. Agregados**

- Muestreo para materiales de construcción (NTP 400.010 – MTC E 201).
- Cantidad de marial fino que pasa por tamiz de 75 um (N° 200) por lavado (NTP 400.018 – MTC E 202).
- Peso Unitario y vacío de los agregados Suelto y Varillado (NTP 400.017 –MTC E 203).
- Análisis Granulométrico de los agregados (NTP 400.012 – MTC E 204) .
- Gravedad específica y Absorción del agregado fino (NTP 400.022 – MTC E 205).
- Gravedad específica y Absorción del agregado grueso (NTP 400.021 – MTC E 206).
- Método de ensayo para contenido de humedad total de agregados por secado (NTP 339.185 – MTC E 215).

#### **3.4.2. Concreto**

- Elaboración de concreto en campo (NTP 339.183).
- Asentamiento del concreto – Slump (NTP 339.035 – MTC E 705).
- Peso unitario del concreto fresco (NTP 339.046 – MTC E 714).
- Contenido de aire en el concreto fresco método de presión (NTP 339.083 – MTC E 706).
- Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto (NTP 339.184 – MTC E 724).
- Elaboración y curado de especímenes de hormigón (NTP 339.183 – MTC E 702).
- Curado acelerado de testigos de concreto (NTP 339.213 –MTC E 727).
- Ensayo a la compresión de testigos cilíndricos de concreto (NTP 339.034 –MTC E 704).



### 3.5. Desarrollo de la investigación.

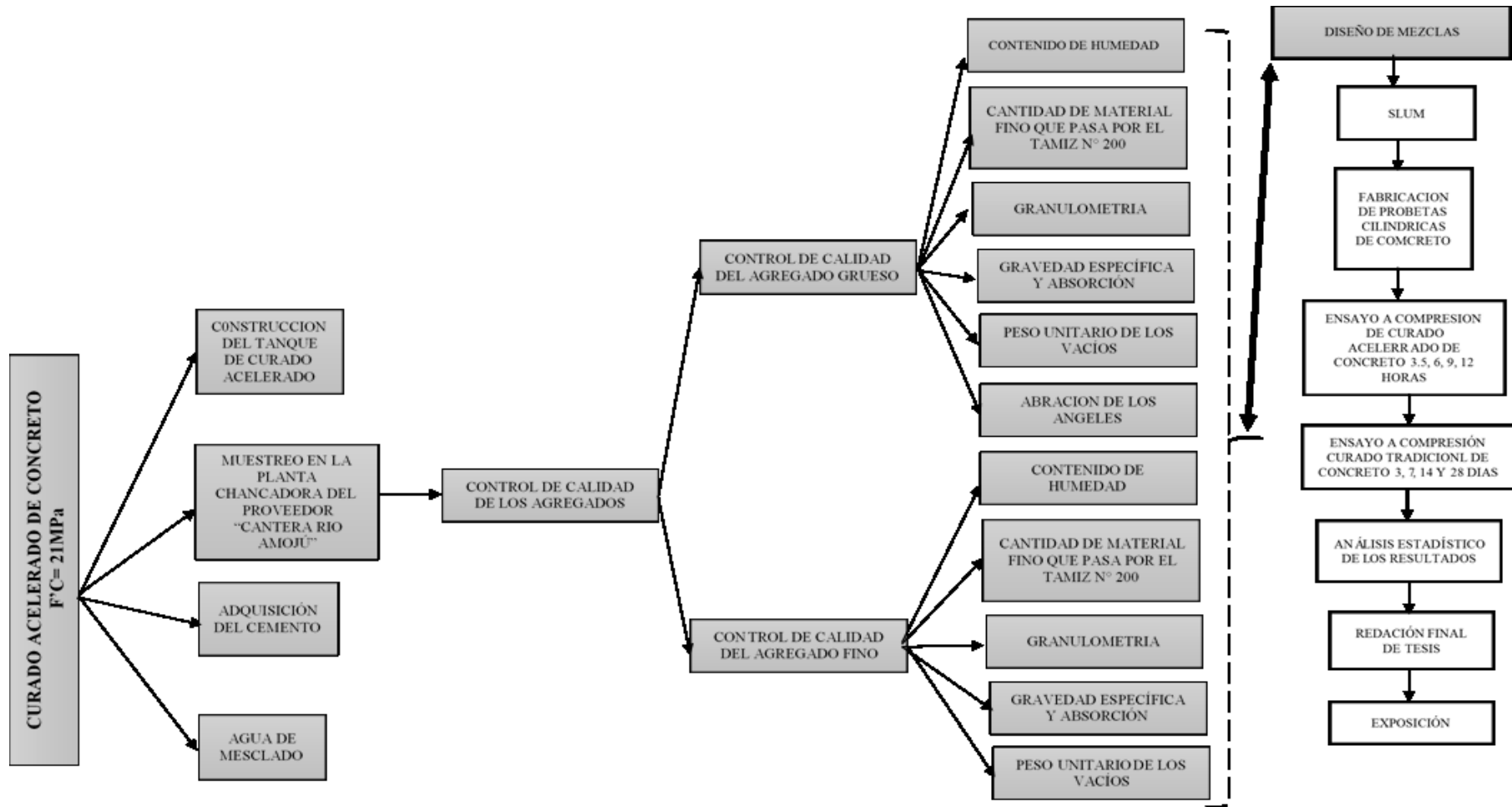


Figura 2. Esquema general de la investigación.

### 3.5.1. Tanque para curado acelerado de concreto - método B

La NTP 339.213 (MTC E 727) establece estándares y características mínimas que debe tener un tanque de curado acelerado el cual debe ser accesible al número de cilindros a ser ensayados, que además provea un espaciamiento de al menos 50 mm entre los lados de cada cilindro y el lado del tanque, debe haber al menos 100 mm entre cilindros adyacentes. Se debe mantener el nivel del agua al menos 100 mm encima del extremo superior de los cilindros.

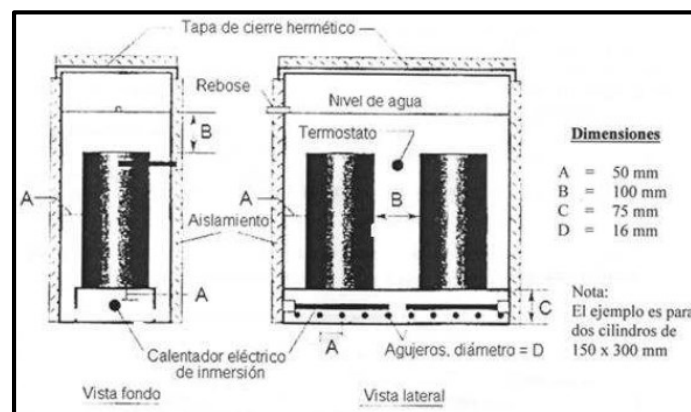


Figura 3. Características mínimas para un tanque de curado acelerado.



Figura 4. Construcción del tanque de curado acelerado.

Se construyó un soporte para la base de los cilindros de concreto para que de esta manera se respete el ancho mínimo de 75 mm según la norma.



*Figura 5.* Construcción de parrilla para soporte de los testigos de concreto.

Debido a que el tanque de curado acelerado tendría que soportar como mínimo la temperatura de ebullición del agua, se procedió a darle un recubrimiento de pintura anticorrosiva y que se capaz de resistir altas temperaturas, se pintó todo el tanque de curado con dos capas de pintura, incluida la malla de soporte para los testigos.

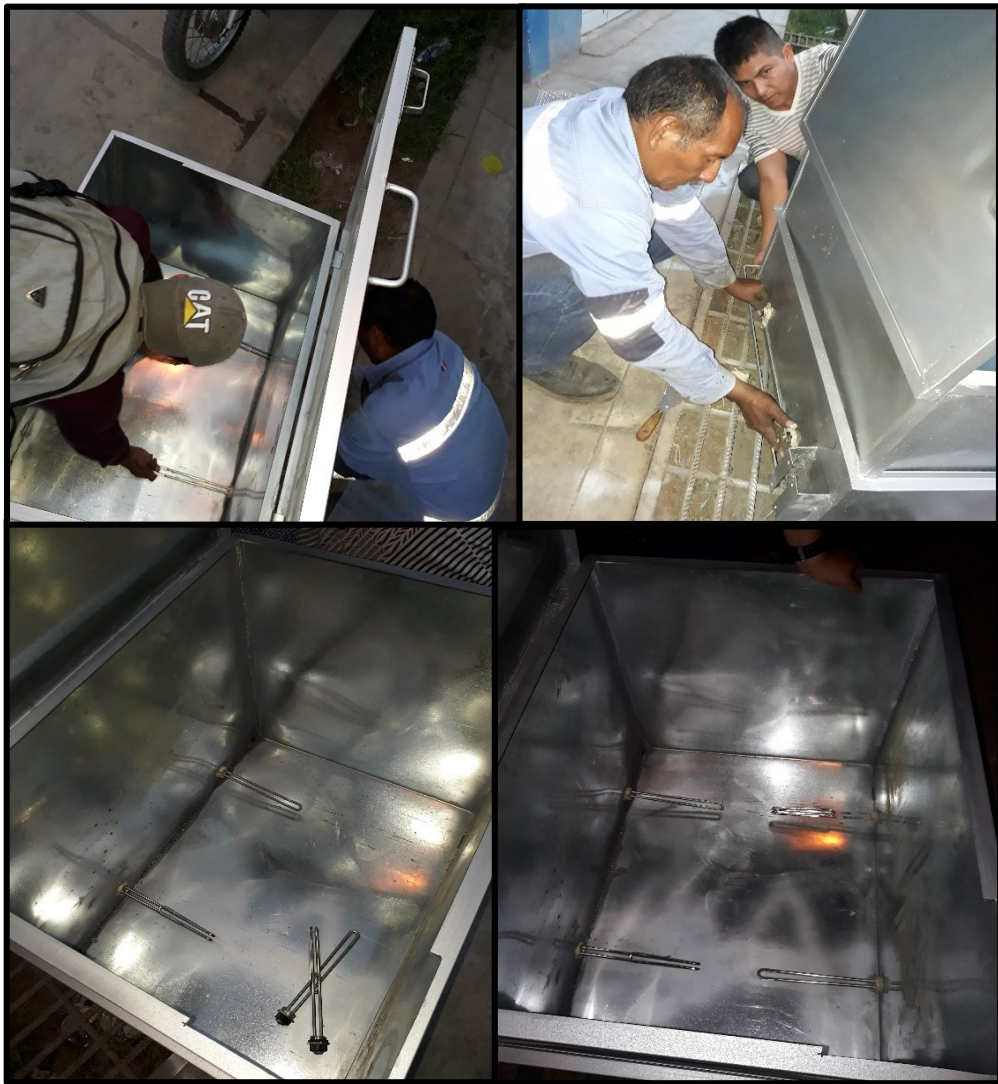


*Figura 6:* Pintado del tanque de curado acelerado.

Para calentar el agua hasta la temperatura de ebullición se instaló 4 resistencias calentadoras de agua y ubicadas en serie, de manera equitativa para que haya una correcta distribución de calor en todo el tanque de curado; la potencia de las resistencias fueron 2 de 5 000 watts y 2 de 2 500 watts, para calentar el 192 litros de agua se requirió prender las 4 resistencias a la vez, las cuales lograron hacer al agua a punto de ebullición en 1 hora y 45 minutos, en seguida se colocó los testigos en el tanque y el agua volvió a estar a punto de ebullición en un lapso de 15 minutos.

Llegado otra vez el punto de ebullición del agua se procede a apagar las resistencias de 5 000 watts y solo se dejó trabajar a las resistencias de 2 500 watts durante todo el tiempo de curado acelerado necesario.





*Figura 7.* Instalación de resistencias calentadoras de agua en el tanque de curado acelerado.

En cuanto a las instalaciones eléctricas internas en el tanque de curado se utilizó una conexión monofásica con un circuito independiente para las resistencias de 5 000 watts y otro circuito independiente para las resistencias de 2 500 watts; cada circuito derivó en una llave cuchilla independiente (de 32 y 63 amperios respectivamente), se usó cable N° 10 para todos los circuitos debido a que la potencia requerida por el tanque (15 000 watts) solo se soportaba con un calibre N° 10 o uno de mayor magnitud.

Los circuitos fueron canalizados por tuberías PVC y en cada punto de salida a una resistencia se instaló una caja hexagonal, las mismas a las que se les colocó su respectiva tapa ciega para mayor seguridad.



*Figura 8.* Instalaciones eléctricas internas del tanque de curado acelerado.

La potencia requerida para hacer funcionar el tanque de curado acelerado solo era posible de abastecer desde una conexión trifásica; para la cual se instaló un punto de salida de energía desde la caja general de las instalaciones eléctricas de la Universidad Nacional de Jaén, la cual contaba con una llave cuchilla general de 400 Amperios, que era suficiente de soportar los 68.18 Amperios que requería el tanque de curado.



*Figura 9.* Instalación eléctrica externa del tanque de curado acelerado.

### 3.5.2. Elección de los materiales para la fabricación del concreto

#### 3.5.2.1. Cemento

Se utilizó cemento Pacasmayo portland tipo I (de uso general), con peso específico 3.10 gr/cm<sup>3</sup>.



Figura 10. Cemento Pacasmayo tipo I

**Tabla 2.**

*Propiedades físicas del Cemento Portland Tipo I*

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	REQUISITO NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de aire	%	7	Máximo 12
Expansión en autoclave	%	0,09	Máximo 0,80
Superficie específica	cm <sup>2</sup> /g	3 750	Mínimo 2 800
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	3,10	No especifica

*Fuente: Cementos Pacasmayo*

#### 3.5.2.2. Agua

Se utilizó agua potable en las instalaciones la Universidad Nacional de Jaén, las cuales son abastecidas por la EPS Marañón.

### 3.5.2.3. Agregado fino

#### 3.5.2.3.1. Ubicación

La cantera “Josecito” está ubicada en el departamento de Cajamarca, provincia Jaén, Distrito de Jaén; con coordenadas UTM este 752 140, norte: 9 359 411, una altitud promedio de 434 msnm, es una cantera de origen pluvial teniendo como abastecedor al río Chamaya y una distancia aproximada de 32.4 km desde la ciudad de Jaén.



Figura 11. Ubicación de la cantera “Josecito”, Fuente: Google Earth

### 3.5.2.4. Agregado grueso

#### 3.5.2.4.1. Ubicación

La cantera “Arenera Jaén” está ubicada en el departamento de Cajamarca, provincia Jaén, Distrito de Jaén; con coordenadas UTM este 749 607, norte: 9 374 604, una altitud promedio de 538 msnm, es una cantera de origen pluvial teniendo como abastecedor al río Amojú y una distancia aproximada de 9.9 km desde la ciudad de Jaén.



Figura 12. Ubicación de la cantera “Arenera Jaén”, Fuente: Google Earth



### 3.5.3. Determinación de las características físicas y mecánicas de los agregados.

#### 3.5.3.1. Agregado fino

##### 3.5.3.1.1. Muestreo para materiales de construcción

La NTP 400.010 (MTC E 201) establece los procesos para el muestreo de materiales de construcción, el operador deberá tener siempre la precaución de obtener muestras que denoten la naturaleza y condiciones del material al cual representan. Se debe tomar en cuenta el cuarteo de agregados para obtener una mejor selección de la muestra a ensayar. El procedimiento y los métodos de cálculos de este ensayo están detallados en la NTP 400.010 (MTC E 201) antes mencionada.



*Figura 13.* Cuarteo de agregado fino.

##### 3.5.3.1.2. Cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 $\mu\text{m}$ (N° 200) por lavado

La NTP 400.018 (MTC E 202) nos explica que se debe separar de las partículas mayores de manera más eficiente y completa por el tamizado en húmedo que por el uso de tamizado en seco. Para este ensayo es necesario lavar el material extraído por la malla 75  $\mu\text{m}$  (N° 200); una vez lavado el material se coloca al horno por un lapso de 24 horas y se vuelve a pesar. El procedimiento y los métodos de cálculos de este ensayo están detallados en la NTP 400.018 (MTC E 202) antes mencionada.



*Figura 14.* Cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200

### 3.5.3.1.3. Peso Unitario y vacío de los agregados

Este ensayo se realiza siempre para determinar el valor del peso unitario utilizado por algunos métodos de diseño de mezclas de concreto. El procedimiento y los métodos de cálculos de este ensayo están detallados en la NTP 400.017 (MTC E 203) antes mencionada.



Figura 15. Peso unitario y vacío de los agregados finos N° 200.

### 3.5.3.1.4. Análisis Granulométrico del agregado fino

Este ensayo se aplica para determinar la gradación de materiales propuestos para uso como agregados o los que están siendo usados como tales. Los resultados serán usados para determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas con los requisitos exigidos en la especificación técnica de la obra y proporcionar datos necesarios para el control de producción de agregados.

El procedimiento y los métodos de cálculos de este ensayo están detallados en la NTP 400.012 (MTC E 204) antes mencionada.

**Tabla 3.**

*Cantidad a utilizar en el análisis granulométrico del agregado fino.*

Tamaño Máximo Nominal	Cantidad mínima aproximada
2,00 mm (N°10)	20 g
4,75 mm (N°4)	100 g
9,50 mm (3/8")	500 g
19,00 mm (3/4")	2.5 kg
37,50 mm (1 1/2")	10,0 kg
75,00 mm (3")	50,0 kg

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 16. Análisis granulométrico.*

### **3.5.3.1.5. Gravedad específica y absorción de agregados finos**

La gravedad específica es la característica generalmente usada para calcular el volumen ocupado por el agregado en varias mezclas que contienen agregados incluyendo concreto de cemento Portland, concreto bituminoso, y otras mezclas que son proporcionadas y analizadas en base al volumen.

En cuanto a la absorción es usada para calcular el cambio en la masa de un agregado debido al agua absorbida entre los espacios de los poros entre las partículas constituyentes, comparado a la condición seca, cuando es estimado que el agregado ha estado en contacto con el agua lo suficiente para satisfacer la mayor absorción potencial.

El procedimiento y los métodos de cálculos de este ensayo están detallados en la NTP 400.022 (MTC E 205) antes mencionada.



Figura 17. Gravedad específica y Absorción de los agregados finos.

### 3.5.3.1.6. Método de Ensayo para contenido de humedad total de los agregados por secado.

Este ensayo tiene por finalidad establecer procedimientos para determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso por secado.

El procedimiento y los métodos de cálculos de este ensayo están detallados en la NTP 339.185 (MTC E 215) antes mencionada.



Figura 18. Secado a estufa para determinar el contenido de humedad del agregado fino.

### 3.5.3.2. Agregado grueso

#### 3.5.3.2.1. Muestreo para materiales de construcción

De igual manera que en el agregado fino se procederá a el muestreo en campo del agregado grueso para obtener una mejor selección de la muestra a utilizar en el laboratorio. El procedimiento y los métodos de cálculos de este ensayo están detallados en la NTP 400.010 (MTC E 201) antes mencionada.

#### 3.5.3.2.2. Peso Unitario y vacío de los agregados

Este ensayo tiene como objetivo determinar el peso unitario suelto o compactado y el porcentaje de los vacíos de los agregados gruesos. El procedimiento y los métodos de cálculos de este ensayo están detallados en la NTP 400.017 (MTC E 203) antes mencionada.



Figura 19. Peso unitario y vacío de los agregados gruesos.

#### 3.5.3.2.3. Análisis Granulométrico del agregado grueso

De igual manera que en el agregado fino este ensayo permite obtener la gradación del agregado grueso. El procedimiento y los métodos de cálculos de este ensayo están detallados en la NTP 400.012 (MTC E 204) antes mencionada.





Figura 20. Análisis Granulométrico del agregado grueso.

Tabla 4. Granulometría de agregado grueso para concreto portland

Huso	Tamaño máximo Nominal	Porcentaje que pasa los tamices normalizados													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 1/2 pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 1/2 pulg)	50 mm (2 pulg)	37.5 mm (1 1/2 pulg)	25.0 mm (1 pulg)	19.0 mm (3/4 pulg)	12.5 mm (1/2 pulg)	9.5 mm (3/8 pulg)	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	300 um (N° 50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2 pulg a 1 1/2 pulg)	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	
2	63 mm a 37.5 mm (2 1/2 pulg a 1 1/2 pulg)	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	
3	50 mm a 25,0 mm (2 pulg a 1 pulg)	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	
357	50 mm a 4,75 mm (2 pulg a N° 4)	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	...	
4	37.5 mm a 19 mm (1 1/2 pulg a 3/4 pulg)	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	...	0 a 5	...	...	...	
467	37.5 mm a 4,75 mm (1 1/2 pulg a N° 4)	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...	
5	25,0 mm a 12,5 mm (1 pulg a 1/2 pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...	
56	25,0 mm a 9,5 mm (1 pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...	
57	25 mm a 4,75 mm (1 pulg a N° 4)	...	...	...	...	...	100	95 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...	
6	19 mm a 9,5 mm (3/4 pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	...	...	
67	19 mm a 4,75 mm (3/4 pulg a N° 4)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	
7	12,5 mm a 4,75 mm (1/2 pulg a N° 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...	
8	9,5 mm a 2,36 mm (3/8 pulg a N° 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
89	12,5 mm a 9,5 mm (1/2 pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	
9A	4,75 mm a 1,18 mm (N° 4 a N° 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 400.037 “Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón”

### 3.5.3.2.4. Gravedad específica y absorción de agregados gruesos

Este ensayo tiene por objetivo establecer un procedimiento para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas) del agregado grueso. El peso específico saturado con superficie seca y la absorción están basadas en agregados remojados en agua después de 24 horas.

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

El procedimiento y los métodos de cálculos de este ensayo están detallados en la NTP 400.022 (MTC E 205) antes mencionada.



Figura 21. Gravedad específica y Absorción del agregado grueso.



### **3.5.3.2.5. Método de Ensayo para contenido de humedad total de los agregados por secado**

Al igual que en el agregado fino se procede de la misma manera para el agregado grueso. El procedimiento y los métodos de cálculos de este ensayo están detallados en la NTP 339.185 (MTC E 215) antes mencionada.



*Figura 22.* Secado de muestras en el horno del agregado grueso.

## **3.5.4. Diseño de mezcla de concreto**

### **3.5.4.1. Elaboración del concreto en campo**

#### **3.5.4.1.1. Equipos**

- Mezcladora de concreto
- Balanza con capacidad de 30Kg.
- Baldes de PVC o recipientes pesar los materiales
- Probeta graduada
- Martillo de goma
- Cono de Abrahms (para medir slump)
- Olla Washington (para medir el aire atrapado)
- Termómetro para concreto
- Un buggy o carretilla para el transporte del concreto fresco
- Cucharón

### 3.5.4.1.2. Materiales

- Cemento portland tipo I Pacasmayo (de uso general)
- Agregado grueso (cantera Arenera Jaén)
- Agregado fino (cantera Josecito)
- Agua potable

### 3.5.4.1.3. Procedimiento

Una vez adquirido todos los materiales, se hizo el ensayo de contenido de humedad de los agregados, se verifico el perfecto estado de los equipos, se procedió a la elaboración del concreto  $f'c = 21\text{Mpa}$ , en total se elaboraron 6 tandas, cada una se elaboraron 24 testigos cilíndricos de concreto.

El procedimiento y los métodos de cálculos de este ensayo están detallados en la NTP 339.183 antes mencionada.



Figura 23. Elaboración de concreto  $f'c=21\text{Mpa}$ .

### 3.5.5. Ensayos de control de calidad en concreto fresco.

#### 3.5.5.1. Asentamiento del concreto - Slump

##### 3.5.5.1.1. Procedimiento del ensayo

El procedimiento y los métodos de cálculos de este ensayo están detallados en la NTP 339.035 (MTC E 705) antes mencionada.

- Se humedece el cono de Abrams, la placa y la varilla de para el compactado
- Se coloca la placa en una parte plana del suelo y seguidamente el cono de manera que el agujero más grande quede sujeto a la aplaca.
- El técnico encargado se pisa en las asas del cono para evitar fugas de concreto.
- Con ayuda de un cucharón se coloca concreto al cono en 3 capas.
- Después de cada capa de concreto se compacta con una varilla de acero liza con una cantidad de 25 golpes por capa.
- Terminado el compactado de las tres capas, se procede al enrazar con la misma varilla liza.
- Se levanta el cono en forma vertical en un tiempo no mayor a 5 segundos.
- Volteamos el cono, lo colocamos a la misma altura de la placa y se mide la diferencia de alturas entre el cono y la masa de concreto.
- Con la diferencia de alturas ya determinada, se calcula la trabajabilidad del concreto.



Figura 24. Ensayo de trabajabilidad del concreto fresco – Slump.



### 3.5.5.2. Peso unitario del concreto fresco

#### 3.5.5.2.1. Procedimiento del ensayo

El procedimiento y los métodos de cálculos de este ensayo están detallados en la NTP 339.046 (MTC E 714) antes mencionada.

- Se pesa el molde vacío
- Humedecemos las paredes internas del molde
- Agregamos concreto en tres capas, al finalizar cada capa compactamos con una varilla liza de acero con 25 golpes por capa, terminada la compactación por capa se golpea con un martillo de goma a las paredes externas del molde con un total de 10 a 15 golpes por capa.
- Al finalizar la última capa se procede a enrazar.
- Con un trapo húmedo limpiamos las paredes externas del molde para evitar que los excesos sumen en el pesado final.
- Finalmente se pesa el molde lleno de concreto y se calcula el peso unitario del concreto fresco que el cual es cociente entre el peso neto del concreto y el volumen del molde; el resultado esta expresado en  $\text{kg/m}^3$ .

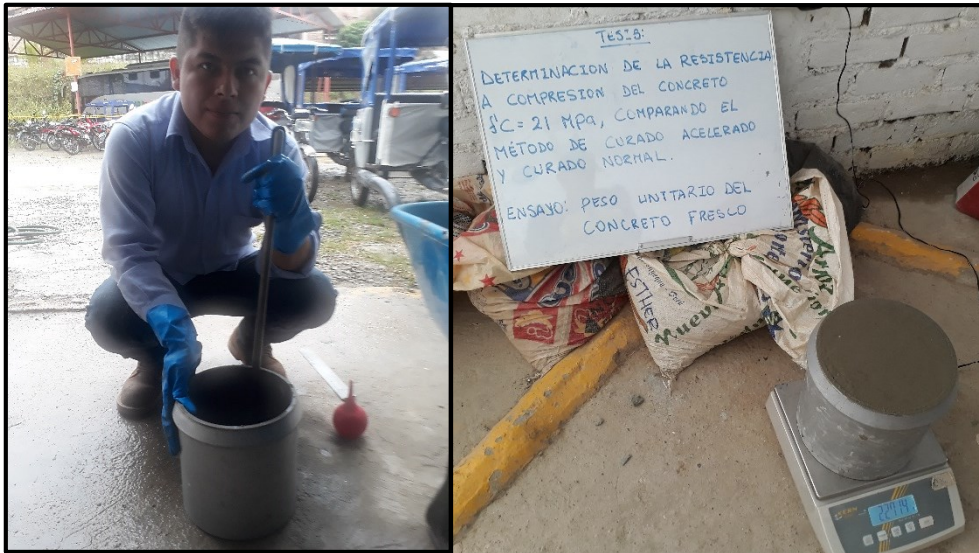


Figura 25. Peso unitario del concreto fresco.

### 3.5.5.3. Contenido de aire en el concreto fresco método de la presión

El procedimiento y los métodos de cálculos de este ensayo están detallados en la NTP 339.083 (MTC E 706) antes mencionada.

- Se siguen todos los pasos detallados en la prueba del peso unitario del concreto hasta la sección donde en donde se enraza.
- Se humedece la parte interna la tapa del equipo (olla Washington).
- Se tapa y se ajusta con los ganchos herméticos.
- Abrimos la válvula de aire para que las manecillas del dial lleguen a 100 %.
- Procedemos a abrir las válvulas de paso para el agua y con ayuda de una perilla de goma, agregamos agua hasta que el flujo de la misma sea constante en las dos válvulas de paso agua.
- Cerramos la válvula de aire y bombeamos hasta que el dial llegue a 0 %.
- Procedemos a cerrar las válvulas de paso de agua.
- Presionamos la válvula principal de paso de aire y golpeamos levemente con un martillo de goma a un costado lateral del molde.
- Revisamos la lectura de aire atrapado que nos muestra el dial, el cual debe estar cerca o igual a el mismo valor con el que se hizo el diseño de mezclas.



Figura 26. Ensayo para determinar la cantidad de aire atrapado en el concreto fresco.

#### **3.5.5.4. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto**

El procedimiento y los métodos de cálculos de este ensayo están detallados en la NTP 339.184 (MTC E 724) antes mencionada.

- Colocamos un termómetro en forma de aguja en el concreto recién mezclado
- dejamos reposar por un mínimo de 2 minutos y hacemos la lectura de la temperatura, la cual esta expresada en grados Celsius °C.



*Figura 27. Medición de la temperatura del concreto fresco.*

#### **3.5.5.5. Elaboración y curado de especímenes de hormigón**

El procedimiento y los métodos de cálculos de este ensayo están detallados en la NTP 339.183 (MTC E 702) antes mencionada. Los materiales y equipos se detallan a continuación.

- Moldes cilíndricos de 4" x 8" de PVC, con tapa.
- Varillas de acero liso de 300 mm de largo por 10 mm de diámetro.
- Martillo de goma.
- Badilejo.
- Cucharon metálico para concreto.
- Trapos o franelas húmedas.
- Plastilina.
- Aceite lubricante de motor

La parte procedimental empieza con Limpiar las paredes internas de los moldes y tapar el orificio con plastilina el pequeño agujero que está en la parte inferior de la base del molde, el cual nos servirá para desmoldar.

Agregamos una ligera capa de aceite de motor a las capas interiores del molde el cual permitirá que el concreto no se pegue a las paredes internas de molde y nos facilitará el desencofrado.

Se agrega concreto al molde en 2 capas, al finalizar cada capa se debe compactar con la varilla de acero lizo con una cantidad de 25 golpes por capa y golpear lateralmente el molde con el martillo de goma un total de 10 a 15 golpes por capa.

Enrasar y nivelar los excesos de concreto del molde con ayuda de la varilla de acero y darle un enrasado final con el badilejo.

Transportar y almacenar con cuidado los testigos en un lugar donde no sufra cambios bruscos de movimiento.

Desencofrar los testigos pasado  $24 \pm 4$  horas desde la hora del vaciado, utilizar un instrumento que genere presión de aire en este caso se utilizó un inflador manual. La técnica es aplicar presión de aire a través del orificio inferior que anteriormente se había tapado con plastilina.

Identificar y colocar código a los testigos una vez desencofrados.



*Figura 28.* Elaboración de testigos de concreto.



### 3.5.5.5.1. Curado normal

Finalizado el desencofrado y colocado el código a cada testigo, se procedió a curarlos sumergiéndolos en agua.

Para el curado de especímenes se construyó una poza de curado de 2.50 m de largo, 2.00 m de ancho y 0.50 m de alto, la misma que estuvo bajo techo.

Todos los 48 testigos se curaron en la poza y se ensayaron a compresión a los 3, 7, 14, 28 días.



*Figura 29.* Curado normal de testigos cilíndricos de concreto.



### 3.5.5.6. Curado acelerado de testigos de concreto

Una vez que los testigos fueron desencofrado se procedió a la técnica de curado acelerado con agua hirviendo NTP 339.213 (MTC E 727). La norma especifica 4 tipos de curado.

Tabla 5. Características de los procesos de curado acelerado.

Proceso	Moldes	Fuentes de Aceleración	Temperatura de curado acelerado °C	Edad de Inicio de curado	Duración de Curado	Edad de ensayo
A	Reusable o uso simple	Calor de Hidratación	35	Inmediatamente después del vaciado	23,5 h ± 30 min	24 h ± 15 min
B	Reusable o uso simple	Agua hirviendo	Hirviendo	23 h ± 30 min después de vaciado	3,5 h ± 5 min	28,5 h ± 15 min
C	Simple uso	Calor de hidratación	T inicial + calor de hidratación	Inmediatamente después del vaciado	48 h ± 15 min	49 h ± 15 min
D	Reusable	Calor externo y presión	150	Inmediatamente después del vaciado	5 h ± 5 min	5,25 h ± 5 min

Fuente: NTP 339.213

Pasado las 23 horas ± 30 min desde el vaciado se procedió al curado acelerado con agua hirviendo; se identificaron los testigos.

El tanque de curado acelerado se prendió 2 horas antes de empezar el curado acelerado pues para lograr el punto de ebullición del agua se necesitaba 1 hora y 45 minutos.

Antes de sumergir los testigos se procedió a medir la temperatura del agua a punto de ebullición y la temperatura de los testigos para obtener la variación de temperatura al que son sometidos.



Figura 30. Temperatura de los testigos antes de ser sometidos al curado acelerado.



Figura 31. Temperatura del agua a punto de ebullición.

Se fabricaron 12 canastillas de alambre galvanizado número 16 para que nos permitan sumergir y retirar las probetas con seguridad de no sufrir quemaduras por el agua hirviendo.

Se colocó 12 probetas por cada tiempo de curado acelerado (3.5, 6, 9, 12, 15, 18 horas), el agua que se fue perdiendo gradualmente por evaporación fue controlada manteniendo el nivel de 10 cm por encima del nivel de las probetas, como especifica la norma.



Figura 32. Colocado de testigos en el tanque de curado acelerado.

Al retirar los testigos del tanque de curado acelerado se procedió a la medición de su temperatura y se dejó reposar durante 2 horas a temperatura ambiente. Para luego ser ensayados a compresión.



Figura 33. Testigos después de proceso de curado acelerado.

### 3.5.5.7. Ensayo a la compresión de testigos cilíndricos de concreto

Este ensayo especifica la rotura de testigos cilíndricos de concreto para el control de calidad en laboratorio. En este caso se ensayaron 120 testigos cilíndricos de 10 cm x 20 cm.

El procedimiento y los métodos de cálculos de este ensayo están detallados en la NTP 339.034 (MTC E 704) antes mencionada.

#### 3.5.5.7.1. Procedimiento

Se retira el testigo del proceso de curado al cual está siendo sometido (1 hora antes para curado normal y 2 horas para curado acelerado) para luego ser ensayado a la compresión.

Se toma la medida del diámetro de cada testigo.

Se coloca una capa de neopreno a cada extremo del testigo para obtener una mejor distribución de las cargas en la máquina de rotura.

Se controla la velocidad de rotura, la cual debe estar en un promedio de  $2 \pm 0.5$  KN/s

Una vez encontrado el esfuerzo máximo de rotura se procede al cálculo, el cual esta expresado en KN y necesariamente se debe convertir MPa.



Figura 34. Ensayo a compresión de testigos cilíndricos.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Características de los materiales componentes del concreto

#### 4.1.1. Cemento

Se utilizó cemento Pacasmayo portland tipo I (de uso general), ASTM C-150, NTP 334,  $P_c=3.10 \text{ gr/cm}^3$ .

#### 4.1.2. Agua

Potable procedente de la empresa prestadora de servicios Marañón (EPS MARAÑÓN), la misma que cumple con los requisitos de la NTP 339.088.

#### 4.1.3. Agregado fino

Se elaboraron los ensayos siguiendo las especificaciones de la norma técnica peruana y del manual de ensayo de materiales. Los resultados se pueden apreciar en la Tabla N° 6.

**Tabla 6.**

*Propiedades físicas y mecánicas del agregado fino.*

CARACTERISTICAS DEL AGREGADO FINO	VALOR	UNIDAD
Cantidad de material fino que pasa el tamiz de $75 \mu\text{m}$ (N° 200) por lavado (NTP 400.018 – MTC E 202)	1,44	%
Peso unitario suelto: (NTP 400.017 – MTC E 203)	1 545	$\text{Kg/cm}^3$
Peso unitario compactado: (NTP 400.017 – MTC E 203)	1 756	$\text{Kg/cm}^3$
Módulo de fineza: (NTP 400.012 – MTC E 204)	2,95	-----
Gravedad específica: (NTP 400.022 – MTC E 205).	2,58	$\text{gr/cm}^3$
Absorción: (NTP 400.022 – MTC E 205).	1,38	%
Contenido de humedad (NTP 339.185 – MTC E 215).	3,15	%

*Fuente:* Elaboración Propia



#### 4.1.4. Agregado grueso

Se elaboraron los ensayos siguiendo las especificaciones de la norma técnica peruana y del manual de ensayo de materiales. Los resultados se pueden apreciar en la Tabla N° 7.

**Tabla 7.**

*Propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso.*

<b>CARACTERISTICAS DEL AGREGADO GRUESO</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>
Cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 $\mu\text{m}$ (N° 200) por lavado (NTP 400.018 – MTC E 202)	1,15	%
Peso unitario suelto: (NTP 400.017 – MTC E 203)	1 523	Kg/cm <sup>3</sup>
Peso unitario compactado: (NTP 400.017 – MTC E 203)	1 590	Kg/cm <sup>3</sup>
Módulo de fineza: (NTP 400.012 – MTC E 204)	6,79	-----
Gravedad específica: (NTP 400.022 – MTC E 205).	2,59	gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico sobre base saturada superficialmente seca: (NTP 400.022 – MTC E 205).	2,62	gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico aparente: (NTP 400.022 – MTC E 205).	2,68	gr/cm <sup>3</sup>
Absorción: (NTP 400.022 – MTC E 205).	1,20	%
Contenido de humedad (NTP 339.185 – MTC E 215).	1,85	%

*Fuente:* Elaboración Propia.

#### 4.2. Diseño de mezclas

Se realizó un diseño de mezclas patrón con una resistencia de diseño de 21 MPa que también es expresado en 210 kg/cm<sup>2</sup>, el mismo diseño fue aplicado para la fabricación de los testigos de concreto, los mismos que fueron sometidos a los dos procesos de curado.

**Tabla 8.**

*Propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso.*

<b>MATERIALES DE DISEÑO EN SECO</b>		<b>MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD</b>	
Cemento	367 Kg	Cemento	367 Kg
Agua	205 Lt	Agua	185,72 Lt
Agregado Fino	735,8 Kg	Agregado Fino	759,0 Kg
Agregado Grueso	961,95 Kg	Agregado Grueso	979,75 Kg
Aire atrapado	2,0 %	Aire atrapado	2,0 %

*Fuente:* Elaboración Propia.

**Tabla 9.**

*Materiales por metro cubico en volumen.*

<b>MATERIALES POR UNIDAD EN VOLUMEN</b>	
Cemento	<b>1</b>
Agua	<b>21,51 lt</b>
Agregado Fino	<b>2,07</b>
Agregado Grueso	<b>2,67</b>

*Fuente:* Elaboración Propia.

### **4.3. Ensayos de control de calidad del concreto fresco**

#### **4.3.1. Peso unitario del concreto fresco**

Se obtuvo un promedio de 2 460.905 kg/m<sup>3</sup>, y contrastando con la Norma Técnica Peruana está dentro de los límites permisibles para un concreto  $f'c = 21$  MPa. Los resultados se pueden apreciar en la Tabla N° 10.

**Tabla 10.***Peso unitario del concreto Fresco.*

N° de Tanda de vaciado	Peso del molde (kg)	Peso del molde más concreto fresco (Kg)	Volumen del molde (m3)	Peso unitario del concreto fresco (Kg/m <sup>3</sup> )
1	6,034	22,590	0,006754	2 451,134
2	6,034	22,576	0,006754	2 449,061
3	6,034	23,010	0,006754	2 513,316
4	6,034	22,585	0,006754	2 450,394
5	6,034	22,580	0,006754	2 449,654
6	6,034	22,595	0,006754	2 451,874
<b>Promedio= 2 460,905 kg/m<sup>3</sup></b>				

*Fuente:* Elaboración Propia.**4.3.2. Trabajabilidad – Slump**

De las 6 tandas de concreto elaboradas en este proyecto, se obtuvo un promedio de 3.8”, y está dentro del permisible y contrasta con el Slump del diseño de mezclas el cual fue de 3” a 4” de Slump. Los resultados se pueden apreciar en la Tabla N° 11.

**Tabla 11.***Trabajabilidad del concreto fresco.*

N° de Tanda de vaciado	Slump (plg)
1	4”
2	3,5”
3	4”
4	4,5”
5	3”
6	4”
<b>Promedio = 3,8”</b>	

*Fuente:* Elaboración Propia



#### 4.3.3. Contenido de aire atrapado

El contenido de aire atrapado de diseño fue de 2% y los valores estuvieron dentro del permisible, obteniendo un promedio de 1.5 %. Los resultados se pueden apreciar en la Tabla N° 12.

**Tabla 12.**

*Aire atrapado en el concreto.*

<b>N° de Tanda de vaceado</b>	<b>Aire atrapado</b>
1	1,4 %
2	2,0 %
3	1,2 %
4	1,2 %
5	1,5 %
6	2,0 %
<b>Promedio = 1,5 %</b>	

*Fuente:* Elaboración Propia.

#### 4.3.4. Temperatura del concreto fresco

**Tabla 13.**

*Temperatura del Concreto Fresco.*

<b>N° de Tanda de vaceado</b>	<b>Temperatura</b>
1	22,5 °C
2	27,1 °C
3	23,5 °C
4	23,8 °C
5	25,9 °C
6	22,6 °C
<b>Promedio = 24,2 °C</b>	

*Fuente:* Elaboración Propia.

#### 4.4. Curado de especímenes de concreto

##### 4.4.1. Curado Normal

Se curaron 48 testigos cilíndricos de concreto de 4" x 8" (10 cm de diámetro por 20 cm de altura), se midió la temperatura del agua de curado y la temperatura de los especímenes al momento de sumergirlos en la poza de curado, ver Tabla N° 14. La población de testigos se dividió de la siguiente manera:

- 12 testigos para curado a 3 días.
- 12 testigos para curado a 7 días.
- 12 testigos para curado a 14 días.
- 12 testigos para curado a 28 días.

**Tabla 14.**

*Temperaturas promedio en curado tradicional.*

ITEM	VALOR	UNIDAD
temperatura promedio de agua de curado	22,3	°C
temperatura promedio de especímenes	24,5	°C

*Fuente:* Elaboración Propia

##### 4.4.2. Curado acelerado

Se curaron 72 testigos cilíndricos de concreto de 4" x 8" (10 cm de diámetro por 20 cm de altura), de los cuales se dividieron de la siguiente manera:

- 12 testigos para curado a 3.5 horas.
- 12 testigos para curado a 6.0 horas.
- 12 testigos para curado a 9.0 horas.
- 12 testigos para curado a 12.0 horas.
- 12 testigos para curado a 15.0 horas.
- 12 testigos para curado a 18.0 horas.

**Tabla 15.**

*Temperaturas promedio en curado acelerado.*

<b>ITEM</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>
Temperatura Ambiente promedio.	26,6	°C
Temperatura promedio de ebullición del agua.	97,8	°C
Temperatura promedio de los testigos antes de ser sometidos a el agua a punto de ebullición.	23,2	°C
Temperatura promedio de los testigos en el momento de ser retirados los del agua hirviendo.	69,9	°C
Temperatura promedio de los testigos 2 horas después de ser retirados del tanque de curado acelerado.	31,9	°C

*Fuente:* Elaboración Propia.

#### 4.5. Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto

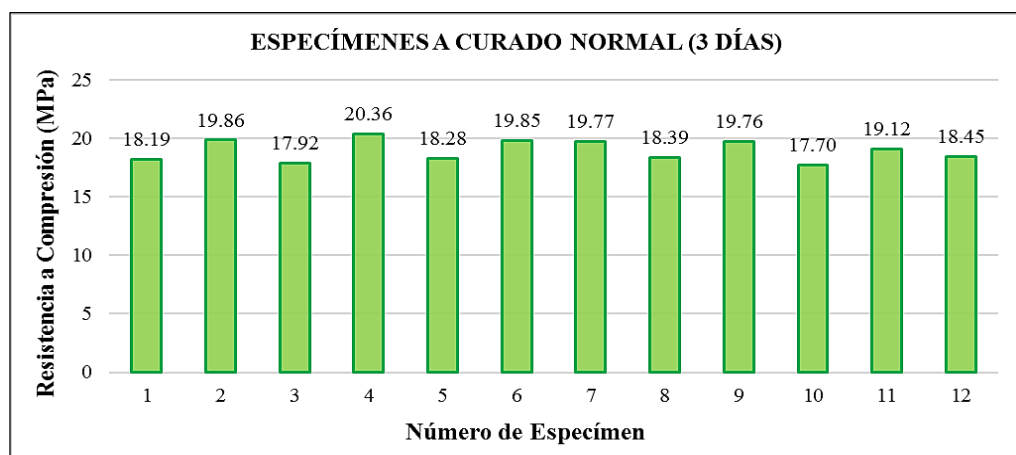
##### 4.5.1. Especímenes sometidos al curado normal

**Tabla 16.**

*Resistencia a la compresión método de curado tradicional durante 3 días.*

Nº Testigo	Código de Testigo	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	Resistencia de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia de rotura (MPa)	% resistencia del f'c en (%)
1	CN-T1	10,21	15 189	185,52	18,19	86,64
2	CN-T1	10,15	16 383	202,47	19,86	94,55
3	CN-T2	10,17	14 845	182,74	17,92	85,34
4	CN-T2	10,15	16 800	207,62	20,36	9,96
5	CN-T3	10,20	15 229	186,37	18,28	87,04
6	CN-T3	10,10	16 215	202,39	19,85	94,51
7	CN-T4	10,10	16 148	201,55	19,77	94,12
8	CN-T4	10,05	14 875	187,52	18,39	87,57
9	CN-T5	10,00	15 825	201,49	19,76	94,09
10	CN-T5	10,16	14 637	180,54	17,70	84,31
11	CN-T6	10,10	15 622	194,98	19,12	91,06
12	CN-T6	10,05	14 923	188,12	18,45	87,85

*Fuente:* Elaboración Propia.



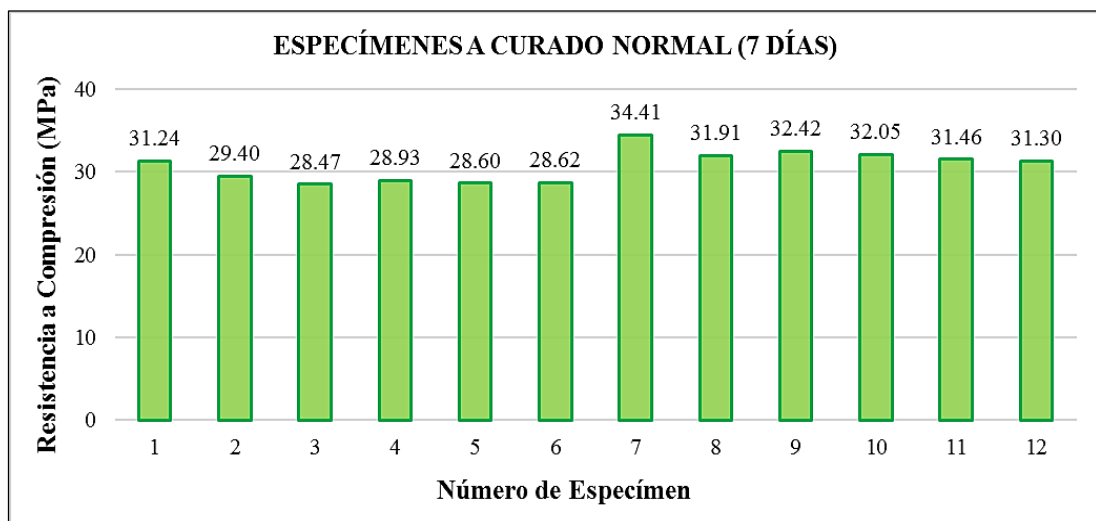
*Figura 35.* Resistencia a compresión de especímenes en 3 días.

**Tabla 17.**

*Resistencia a la compresión método de curado tradicional durante 7 días.*

Nº Testigo	Código de Testigo	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	Resistencia de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia de rotura (MPa)	% resistencia del f'c en (%)
1	CN-T1	10,10	25 521	318,54	31,24	148,76
2	CN-T1	10,12	24 116	299,81	29,40	140,01
3	CN-T2	10,15	23 490	290,31	28,47	135,57
4	CN-T2	10,05	23 399	294,97	28,93	137,75
5	CN-T3	10,10	23 365	291,64	28,60	136,19
6	CN-T3	10,15	23 615	291,86	28,62	136,29
7	CN-T4	10,05	27 837	350,91	34,41	163,87
8	CN-T4	10,18	26 488	325,43	31,91	151,97
9	CN-T5	10,03	26 119	330,57	32,42	154,37
10	CN-T5	10,00	25 671	326,85	32,05	152,64
11	CN-T6	10,10	25 703	320,81	31,46	149,81
12	CN-T6	10,10	25 570	319,15	31,30	149,04

*Fuente:* Elaboración Propia.



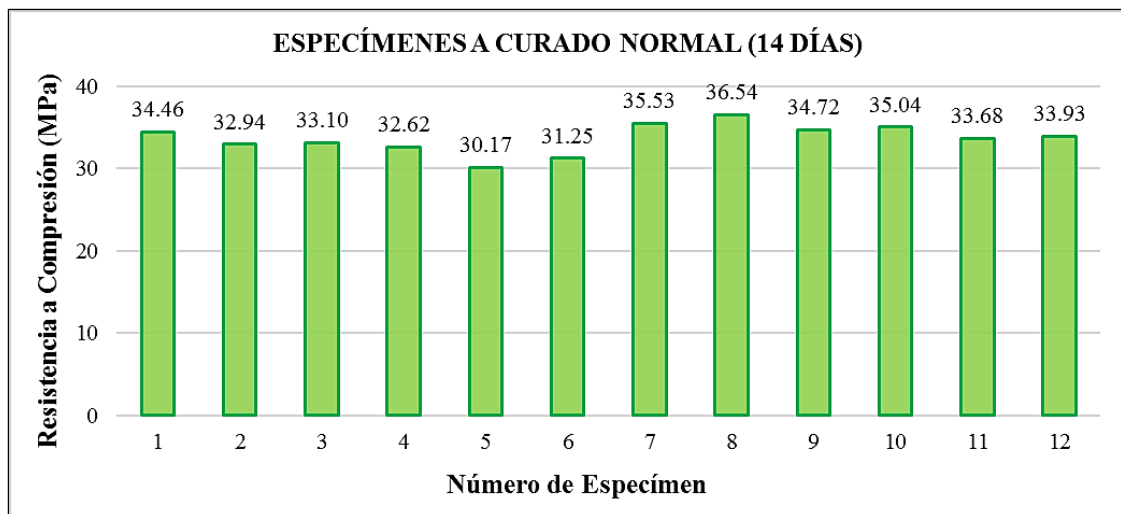
*Figura 36.* Resistencia a compresión de especímenes en 7 días.

**Tabla 18.**

*Resistencia a la compresión método de curado tradicional durante 14 días.*

Nº Testigo	Código de Testigo	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	Resistencia de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia de rotura (MPa)	% resistencia del f'c en (%)
1	CN-T1	10,00	27 601	351,43	34,46	164,11
2	CN-T1	10,05	26 649	335,94	32,94	156,88
3	CN-T2	10,15	27 308	33749	33,10	157,60
4	CN-T2	10,12	26 754	332,61	32,62	155,33
5	CN-T3	10,00	24 163	307,65	30,17	143,67
6	CN-T3	10,00	25 029	318,67	31,25	148,82
7	CN-T4	10,10	29 029	362,32	35,53	169,20
8	CN-T4	10,10	29 855	372,63	36,54	174,02
9	CN-T5	10,02	27 917	354,04	34,72	165,33
10	CN-T5	10,08	28 512	357,28	35,04	166,85
11	CN-T6	10,18	27 949	343,38	33,68	160,36
12	CN-T6	10,20	28 273	346,01	33,93	161,58

*Fuente:* Elaboración Propia.



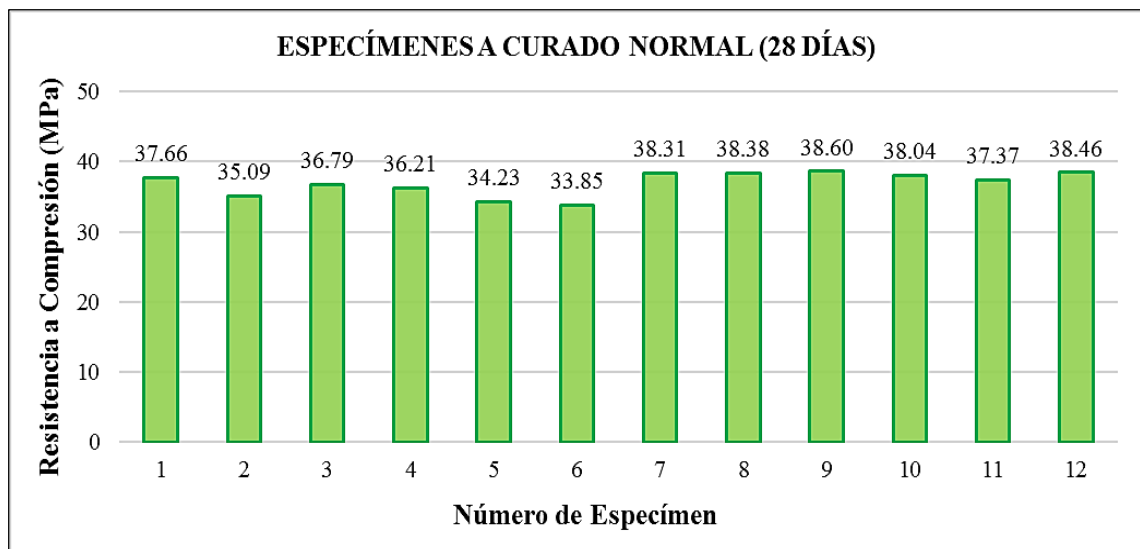
*Figura 37.* Resistencia a compresión de especímenes en 14 días.

**Tabla 19.**

*Resistencia a la compresión método de curado tradicional durante 28 días.*

Nº Testigo	Código de Testigo	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	Resistencia de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia de rotura (MPa)	% resistencia del f'c en (%)
1	CN-T1	10,12	30 889	384,02	37,66	179,33
2	CN-T1	10,08	28 555	357,82	35,09	167,10
3	CN-T2	10,10	30 059	375,18	36,79	175,20
4	CN-T2	10,15	29 873	369,20	36,21	172,41
5	CN-T3	10,10	27 962	349,01	34,23	162,98
6	CN-T3	10,10	27 658	345,22	33,85	161,21
7	CN-T4	10,15	31 609	390,65	38,31	182,43
8	CN-T4	10,12	31 479	391,36	38,38	182,76
9	CN-T5	10,00	30 916	393,64	38,60	183,83
10	CN-T5	10,18	31 569	387,86	38,04	181,13
11	CN-T6	10,05	30 225	381,02	37,37	177,93
12	CN-T6	10,15	31 731	392,16	38,46	183,13

*Fuente:* Elaboración Propia.



*Figura 38.* Resistencia a compresión de especímenes en 28 días.

Una vez procesados los datos se hizo la comparación de resistencias de rotura a curado normal con la resistencia de diseño ( $f'_c=21$  MPa). Los porcentajes de resistencia se pueden apreciar en la tabla N° 20.

**Tabla 20.**

*Resistencia a la compresión en curado normal.*

<b>Edad</b>	<b>Resistencia promedio a la compresión en (Mpa)</b>	<b>% de resistencia de diseño en (%)</b>
3 días	18,97	90,34
7 días	30,73	146,36
14 días	33,67	160,31
28 días	36,92	175,79

*Fuente:* Elaboración Propia.

**Tabla 21.**

*Parámetros estadísticos para los datos de curado normal.*

<b>PARÁMETRO</b>	<b>3 días</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>
Media	18,97	30,73	33,7	36,92
Varianza	0,83	3,62	3,22	2,89
Desviación Estándar	0,91	1,90	1,80	1,70
Coefficiente de Variación	0,05	0,06	0,05	0,05

*Fuente:* Elaboración Propia.

Se elaboró una gráfica que exprese el porcentaje de avance de resistencia a compresión de los especímenes a curado normal con respecto a la resistencia de diseño. La gráfica se puede observar en la figura N° 36.



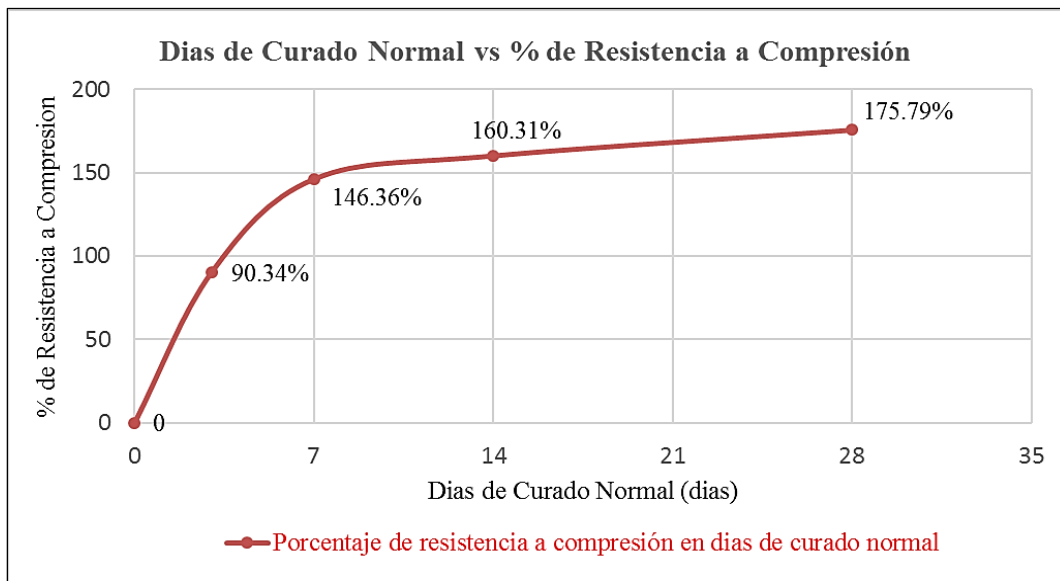


Figura 39. Porcentaje de resistencia a compresión en curado normal.

Se elaboró una gráfica que exprese el avance de resistencia a compresión en MPa de los especímenes a curado normal con respecto a la resistencia de diseño. La gráfica se puede observar en la figura N° 37.

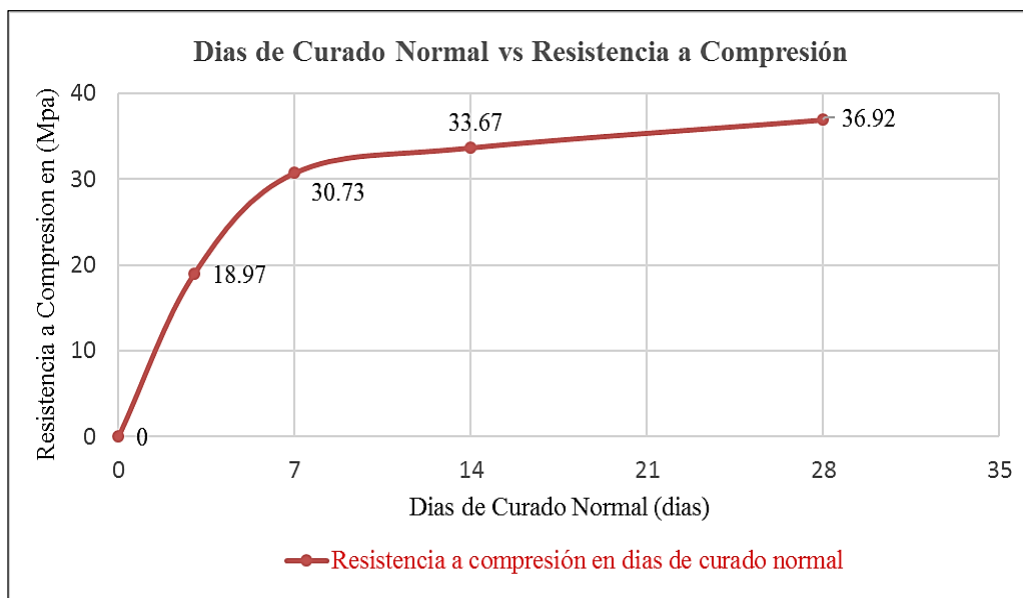


Figura 40. Resistencia a compresión en días de curado normal.

Expresamos la ecuación matemática para describir el comportamiento de la resistencia a compresión del concreto según su avance en curado normal. Para elaborar esta gráfica y su línea de tendencia se utilizó los 48 datos de rotura de especímenes a compresión.

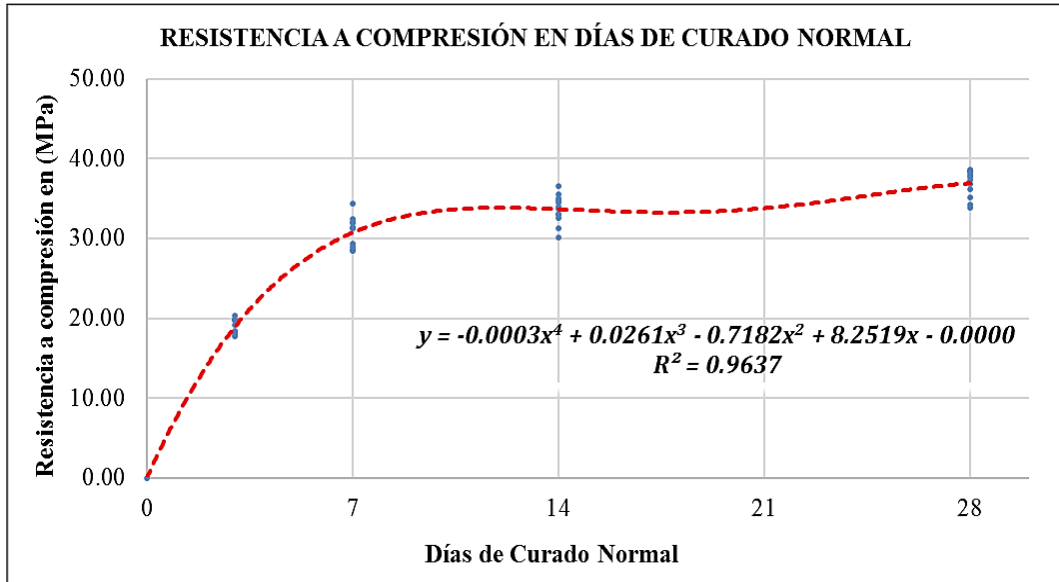


Figura 41. *Tendencia de la resistencia en curado normal.*

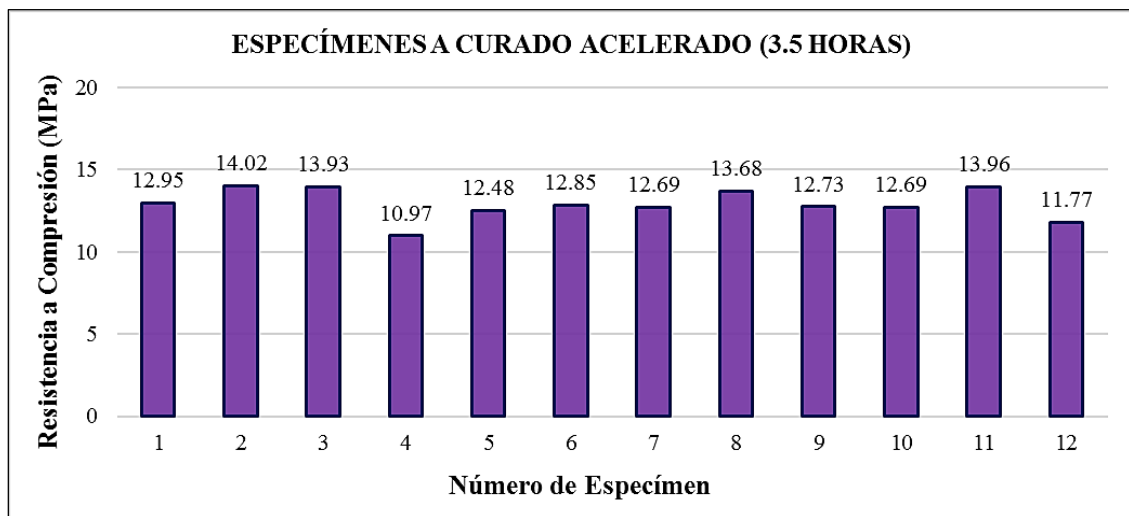
#### 4.5.2. Especímenes sometidos al curado acelerado

**Tabla 22.**

*Resistencia a la compresión método de acelerado durante 3.5 horas.*

Nº Testigo	Código de Testigo	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	Resistencia de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia de rotura (MPa)	% de resistencia del f'c en (%)
1	CA-3.5H	10,18	10 750	132,07	12,95	61,68
2	CA-3.5H	10,12	11 503	143,01	14,02	66,78
3	CA-3.5H	10,22	11 652	142,04	13,93	66,33
4	CA-3.5H	10,18	91 04	111,85	10,97	52,23
5	CA-3.5H	10,10	10 196	127,26	12,48	59,43
6	CA-3.5H	10,05	10 394	131,02	12,85	61,19
7	CA-3.5H	10,21	10 593	129,38	12,69	60,42
8	CA-3.5H	10,16	11 305	139,45	13,68	65,12
9	CA-3.5H	10,15	10 501	129,78	12,73	60,61
10	CA-3.5H	10,18	10 536	129,44	12,69	60,45
11	CA-3.5H	10,11	11 425	142,32	13,96	66,46
12	CA-3.5H	10,17	9 751	120,04	11,77	56,06

*Fuente:* Elaboración Propia.



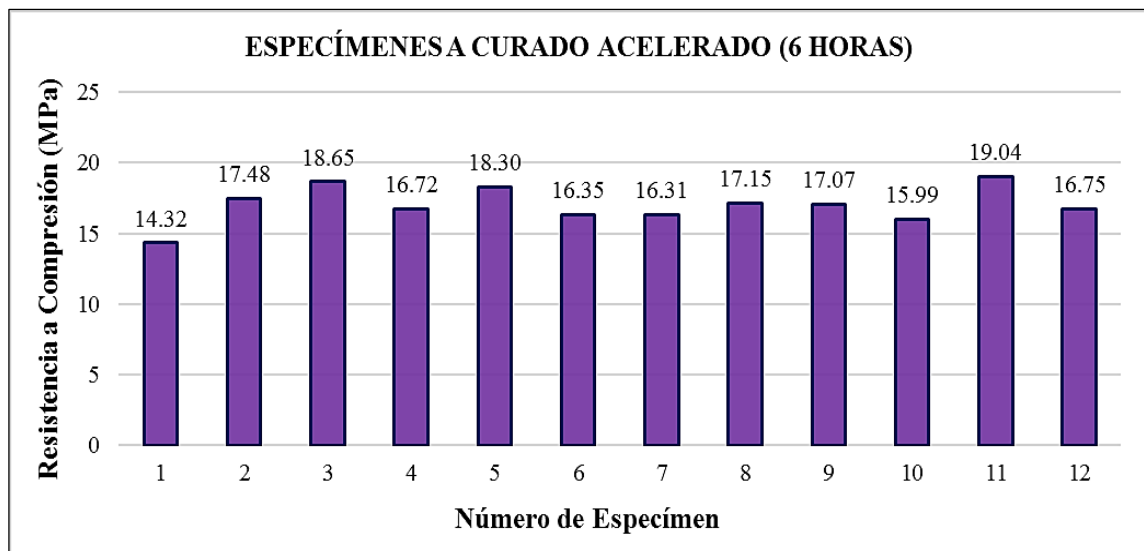
*Figura 42.* Resistencia a compresión de especímenes en 3.5 horas de curado acelerado.

**Tabla 23.**

*Resistencia a la compresión método de acelerado durante 6 horas.*

N° Testigo	Código de Testigo	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	Resistencia de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia de rotura (MPa)	% de resistencia del f'c en (%)
1	CA-6H	10,25	12 051	146,04	14,32	68,20
2	CA-6H	10,26	14 740	178,28	17,48	83,26
3	CA-6H	10,10	15 240	190,22	18,65	88,83
4	CA-6H	10,17	13 853	170,53	16,72	79,64
5	CA-6H	10,20	15 249	186,61	18,30	87,15
6	CA-6H	10,15	13 489	166,70	16,35	77,85
7	CA-6H	10,17	13 513	166,35	16,31	77,68
8	CA-6H	10,18	14 231	174,84	17,15	81,65
9	CA-6H	10,18	14 165	174,03	17,07	81,27
10	CA-6H	10,14	13 163	163,00	15,99	76,12
11	CA-6H	10,20	15 863	194,14	19,04	90,66
12	CA-6H	10,21	13 984	170,80	16,75	79,76

*Fuente:* Elaboración Propia.



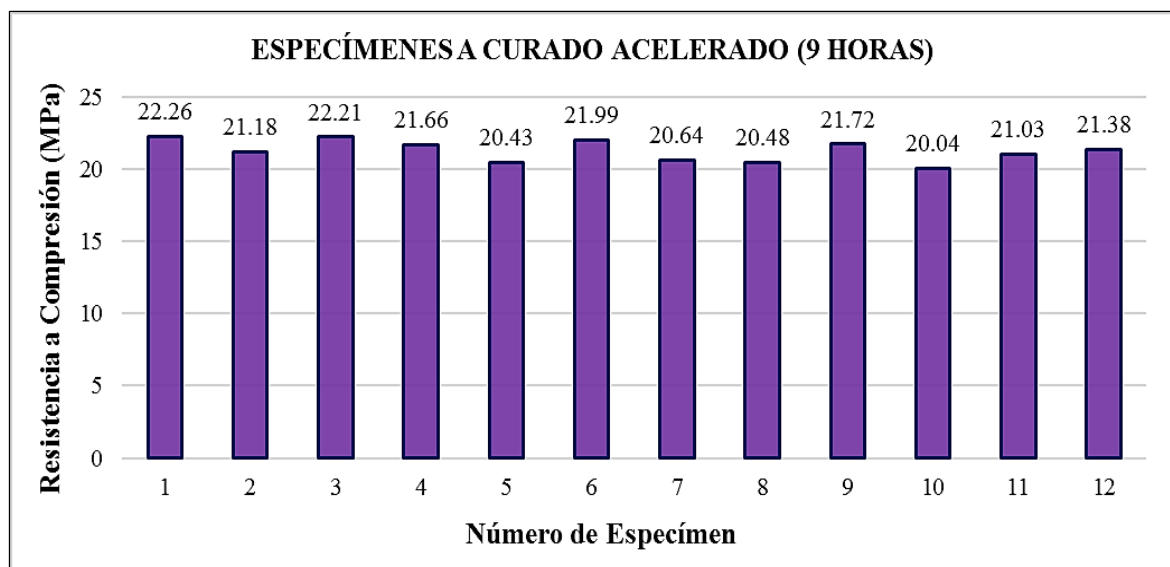
*Figura 43.* Resistencia a compresión de especímenes en 6 horas de curado acelerado.

**Tabla 24.**

*Resistencia a la compresión método de acelerado durante 9 horas.*

N° Testigo	Código de Testigo	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	Resistencia de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia de rotura (MPa)	% de resistencia del f'c en (%)
1	CA-9H	10,14	18 330	226,99	22,26	106,00
2	CA-9H	10,18	17 582	216,01	21,18	100,87
3	CA-9H	10,21	18 541	226,46	22,21	105,76
4	CA-9H	10,11	17 729	220,84	21,66	103,13
5	CA-9H	10,10	16 691	208,33	20,43	97,29
6	CA-9H	10,17	18 212	224,19	21,99	104,70
7	CA-9H	10,19	17 164	210,46	20,64	98,28
8	CA-9H	10,15	16 896	208,82	20,48	97,52
9	CA-9H	10,12	17 813	221,46	21,72	103,42
10	CA-9H	10,11	16 403	204,33	20,04	95,42
11	CA-9H	10,11	17 216	214,45	21,03	100,15
12	CA-9H	10,18	17 742	217,98	21,38	101,79

*Fuente:* Elaboración Propia.



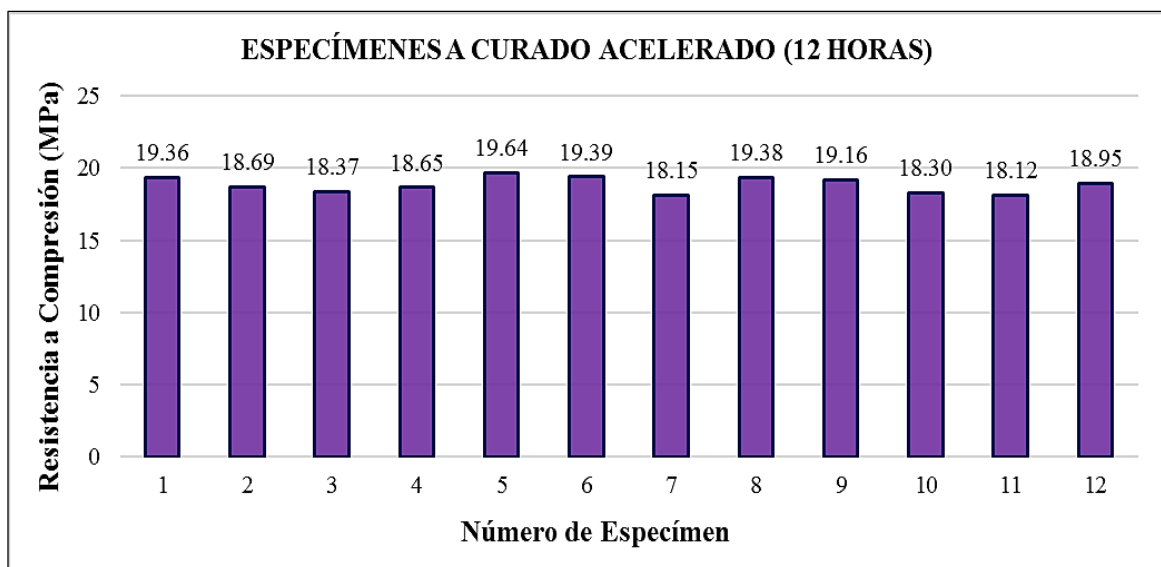
*Figura 44.* Resistencia a compresión de especímenes en 9 horas de curado acelerado.

**Tabla 25.**

*Resistencia a la compresión método de acelerado durante 12 horas.*

N° Testigo	Código de Testigo	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	Resistencia de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia de rotura (MPa)	% de resistencia del f'c en (%)
1	CA-12H	10,20	16 132	197,42	19,36	92,19
2	CA-12H	10,05	15 117	190,57	18,69	88,99
3	CA-12H	10,05	14 860	187,33	18,37	87,48
4	CA-12H	10,08	15 179	190,21	18,65	88,83
5	CA-12H	10,00	15 732	200,31	19,64	93,54
6	CA-12H	10,15	15 997	197,71	19,39	92,33
7	CA-12H	10,15	14 973	185,05	18,15	86,42
8	CA-12H	10,12	15 897	197,64	19,38	92,29
9	CA-12H	10,09	15 624	195,40	19,16	91,25
10	CA-12H	10,20	15 251	186,64	18,30	87,16
11	CA-12H	10,10	14 800	184,73	18,12	86,27
12	CA-12H	10,05	15 327	193,21	18,95	90,23

*Fuente:* Elaboración Propia.



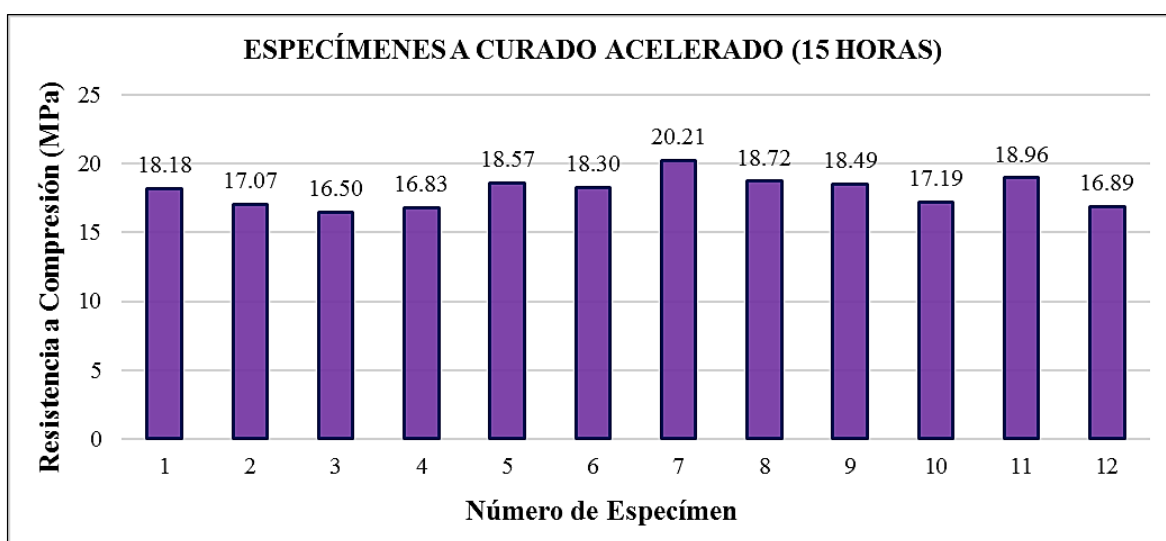
*Figura 45.* Resistencia a compresión de especímenes en 12 horas de curado acelerado.

**Tabla 26.**

*Resistencia a la compresión método de acelerado durante 15 horas.*

Nº Testigo	Código de Testigo	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	Resistencia de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia de rotura (MPa)	% de resistencia del f'c en (%)
1	CA-15H	10,05	14 702	185,33	18,18	86,55
2	CA-15H	10,10	13 946	174,07	17,07	81,29
3	CA-15H	10,10	13 483	168,29	16,50	78,59
4	CA-15H	10,02	13 529	171,57	16,83	80,12
5	CA-15H	10,08	15 115	189,41	18,57	88,45
6	CA-15H	10,00	14 657	186,62	18,30	87,15
7	CA-15H	10,00	16 188	206,11	20,21	96,25
8	CA-15H	10,15	15 445	190,89	18,72	89,14
9	CA-15H	10,08	15 047	188,55	18,49	88,05
10	CA-15H	10,20	14 321	175,26	17,19	81,84
11	CA-15H	10,06	15 366	193,32	18,96	90,28
12	CA-15H	10,15	13 938	172,26	16,89	80,44

*Fuente:* Elaboración Propia.



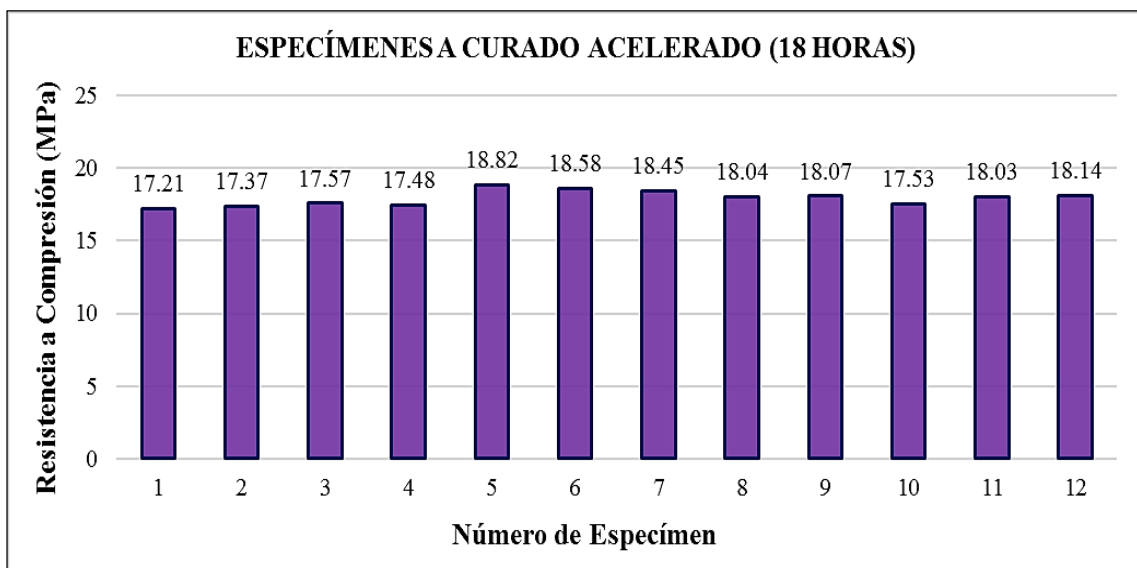
*Figura 46.* Resistencia a compresión de especímenes en 15 horas de curado acelerado.

**Tabla 27.**

*Resistencia a la compresión método de acelerado durante 18 horas.*

N° Testigo	Código de Testigo	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	Resistencia de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia de rotura (MPa)	% de resistencia del f'c en (%)
1	CA-18H	10,13	14 144	175,50	17,21	81,96
2	CA-18H	10,00	13 909	177,09	17,37	82,70
3	CA-18H	10,08	14 296	179,15	17,57	83,66
4	CA-18H	10,12	14 340	178,28	17,48	83,25
5	CA-18H	10,05	15 226	191,94	18,82	89,63
6	CA-18H	10,05	15 028	189,45	18,58	88,47
7	CA-18H	10,15	15 221	188,11	18,45	87,85
8	CA-18H	10,15	14 887	183,98	18,04	85,92
9	CA-18H	10,20	15 054	184,23	18,07	86,03
10	CA-18H	10,20	14 604	178,73	17,53	83,46
11	CA-18H	10,15	14 877	183,87	18,03	85,86
12	CA-18H	10,10	14 818	184,95	18,14	86,37

*Fuente:* Elaboración Propia.



*Figura 47.* Resistencia a compresión de especímenes en 18 horas de curado acelerado.



El promedio de los resultados de curado acelerado expresados en MPa se compararon con los datos obtenidos en los especímenes a curado normal ensayados a los 28 días. Ver Tabla N° 28.

**Tabla 28.**

*Resistencia a la compresión en curado acelerado.*

<b>Horas de curado acelerado</b>	<b>Resistencia promedio a la compresión en (MPa)</b>	<b>% de resistencia de diseño en (%)</b>	<b>% de resistencia a 28 días en curado normal en (%)</b>
3.5	12,89	61,40	34,91
6	17,01	81,01	46,07
9	21,25	101,19	57,56
12	18,85	89,75	51,06
15	17,99	85,68	48,73
18	17,94	85,43	48,59

*Fuente:* Elaboración Propia.

**Tabla 29.**

*Parámetros estadísticos para los datos de curado normal.*

<b>PARÁMETRO</b>	<b>3,5 Horas</b>	<b>6 horas</b>	<b>9 horas</b>	<b>12 horas</b>	<b>15 horas</b>	<b>18 horas</b>
Media	12,89	17,01	21,25	18,85	17,99	17,94
Varianza	0,85	1,64	0,55	0,29	1,22	0,26
Desviación Estándar	0,92	1,28	0,74	0,54	1,10	0,51
Coefficiente de Variación	0,07	0,08	0,03	0,03	0,06	0,03

*Fuente:* Elaboración Propia.

Procesando los datos de la tabla N° 28, podemos construir una gráfica (porcentaje de resistencia – horas de curado acelerado). Como vemos en la figura N° 48 la curva va en subida hasta las 9 horas y luego empieza bajar.

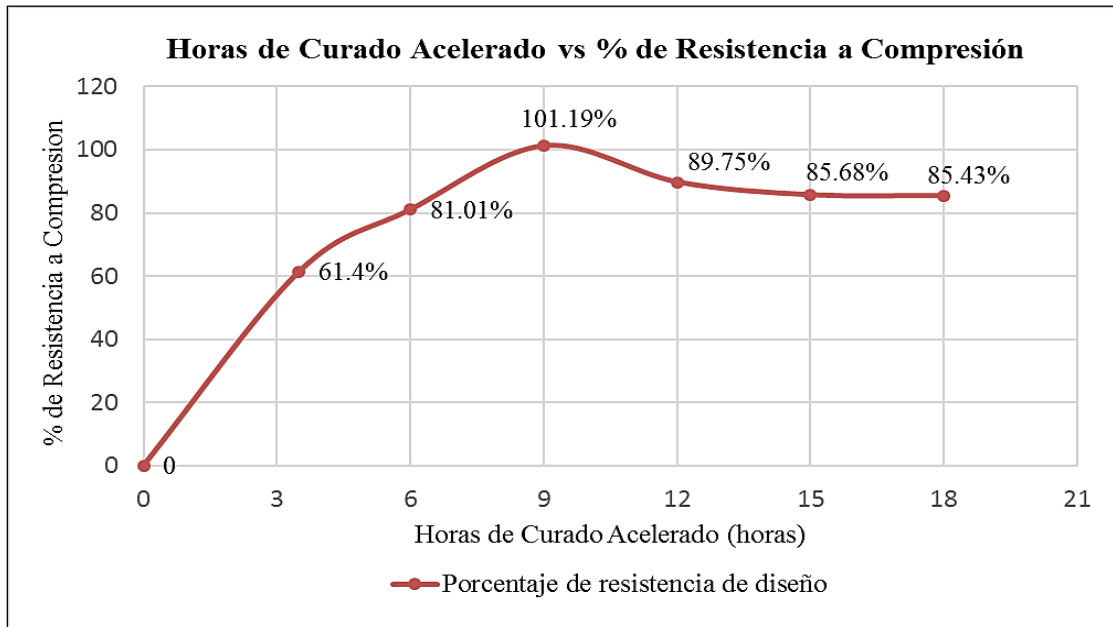


Figura 48. Porcentaje de resistencia a compresión en curado acelerado.

De igual manera se elaboró un grafica (Resistencia a compresión – Hora de curado). La misma que se puede aprecia en la figura N° 49.

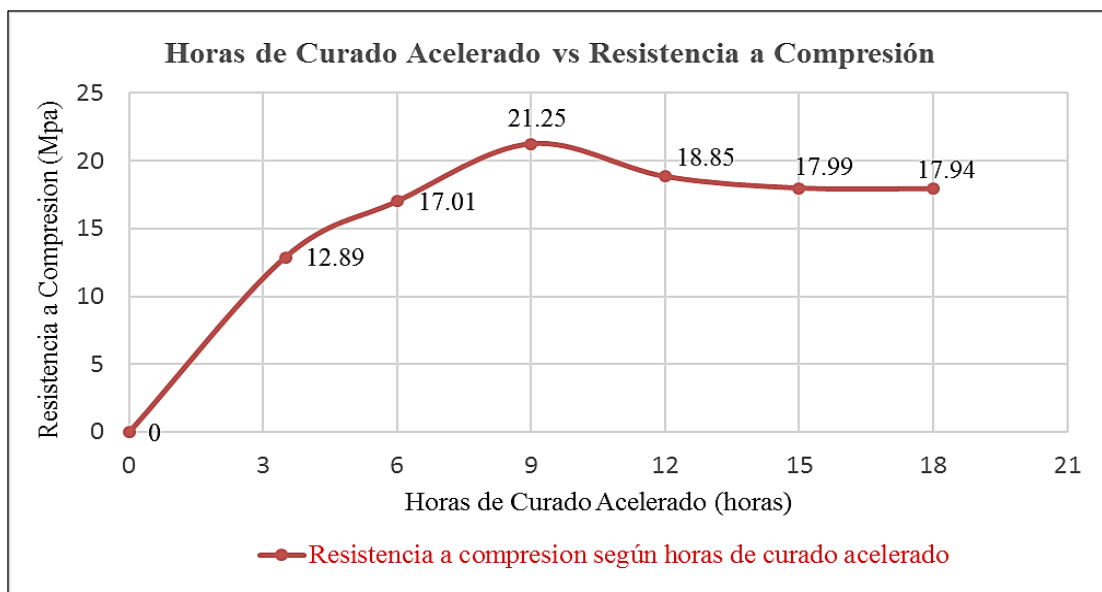


Figura 49. Resistencia a compresión según horas de curado acelerado.

Se hizo la comparación de los promedios de cada población de testigos según horario de curado acelerado y se obtuvo un porcentaje con respecto a las resistencias alcanzadas en la rotura a curado normal en 28 días.

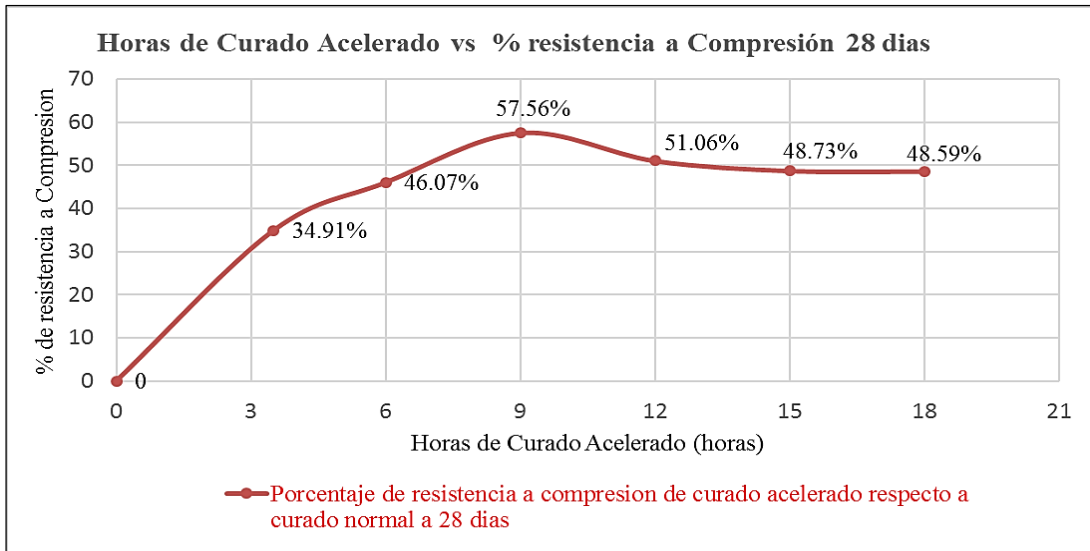


Figura 50. Porcentaje de resistencia compresión de curado acelerado respecto a curado normal a 28 días.

Expresamos la ecuación matemática para describir el comportamiento de la resistencia a compresión del concreto según su avance en curado acelerado Para elaborar esta gráfica y su línea de tendencia se utilizó los resultados de rotura de especímenes a compresión solo hasta el grupo de 12 horas con el fin de tener un mejor coeficiente de correlación.

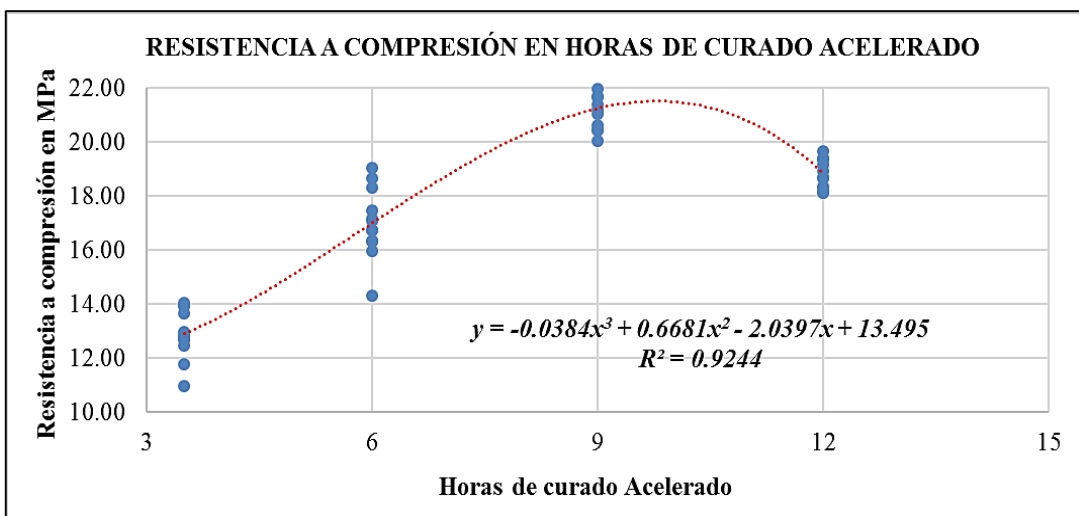


Figura 51. Tendencia de resistencia a compresión curado acelerado.

se expresaron los resultados de curado acelerado para predecir resistencias a 28 días de curado normal, cabe resaltar que la ecuación de la línea de tendencia se puede apreciar un coeficiente de correlación de  $R^2 = 0.9244$

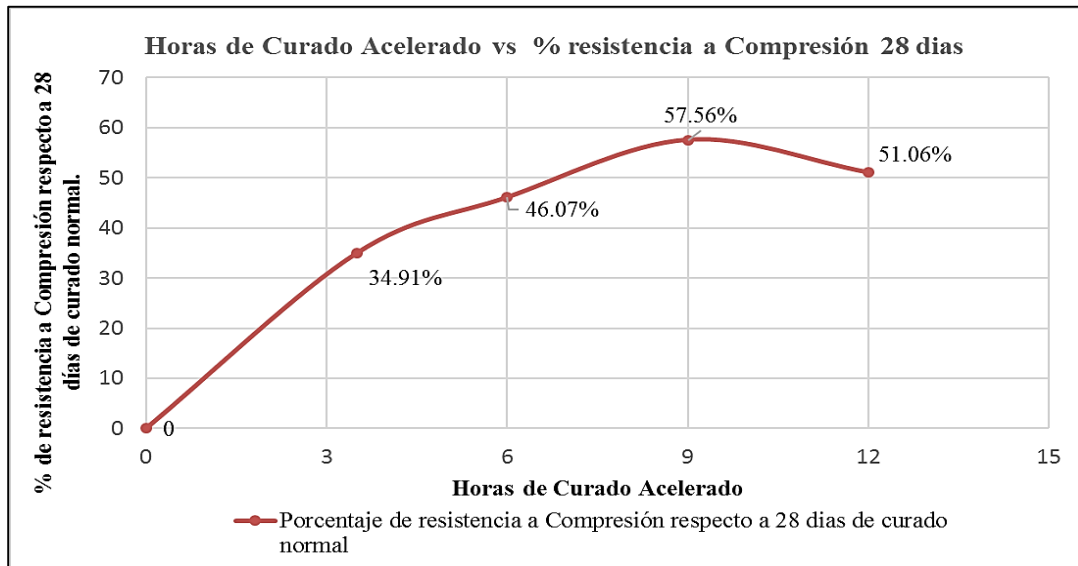


Figura 52. Porcentaje de resistencia a compresión respecto a 28 días de curado normal.

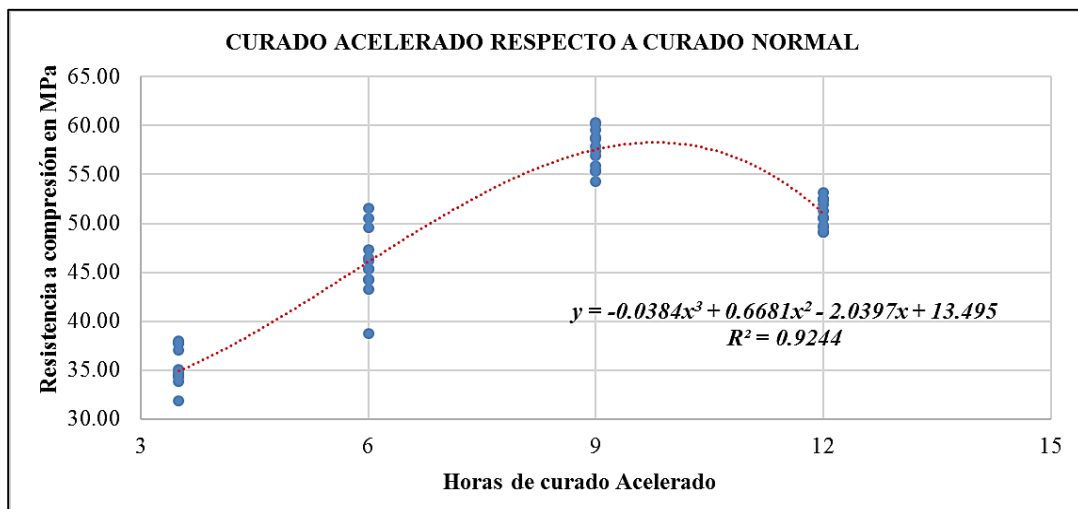


Figura 53. Línea de tendencia de curado acelerado en función de curado normal.

### 4.5.3. Análisis de T- Student

#### 4.5.3.1. Método de curado con respecto a resistencia inicial

**Tabla 30.**

*Estadístico de grupos - resistencias iniciales*

Método	Media	N	SD	SE
CN=1	18,971	12	0,9141	0,2639
CA=2	12,893	12	0,9218	0,2661
diferencia	<b>6,0775</b>			

*Fuente:* (software Statistix 8.0)

Hipótesis nula: Diferencia = 0

Hipótesis alternativa: diferencia  $< > 0$

**Tabla 31.**

*Prueba de Levene – resistencias iniciales*

suposición	T	DF	P	95% IC por diferencia	
				Inferior	Superior
Varianzas iguales	16.22	22.0	0.0000	5.3003	6.8547
Varianzas desiguales	16.22	22.0	0.0000	5.3003	6.8547

*Fuente:* (software Statistix 8.0)

**Tabla 32.**

*Igualdad de varianza - resistencias iniciales.*

Prueba de igualdad de variaciones	F	DF	P
	1.02	11,11	0,4892

*Fuente:* (software Statistix 8.0)

#### 4.5.3.2. Método de curado con respecto a resistencia mayor

**Tabla 33.**

*Estadístico de grupos - resistencias mayores*

Método	media	N	SD	SE
CN=1	36,916	12	1,7001	0,4908
CA=2	21,252	12	0,7416	0,2141
diferencia	<b>15,664</b>			

*Fuente:* (software Statistix 8.0)

Hipótesis nula: Diferencia = 0

Hipótesis alternativa: diferencia  $< > 0$

**Tabla 34.**

*Prueba de levene – resistencias mayores*

suposición	T	DF	P	95% IC por diferencia	
				Inferior	Superior
Varianzas iguales	29.26	22.0	0.0000	14.554	16.775
Varianzas desiguales	29.26	15.0	<b>0.0000</b>	14.523	16.805

*Fuente:* (software Statistix 8.0)

**Tabla 35.**

*Igualdad de varianza - resistencias mayores.*

Prueba de igualdad	F	DF	P
de variaciones	5.02	11,11	<b>0,0053</b>

*Fuente:* (software Statistix 8.0)

## **V. DISCUSIÓN**

### **5.1. Discusión sobre las Características de los materiales componentes del concreto**

#### **5.1.1. Cemento**

El cemento tipo I estuvo en buenas condiciones de almacenamiento, por lo cual sus características y propiedades fueron tomadas directamente de la ficha técnica que proporciona el fabricante las cuales cumplen con la NTP 334.009.

#### **5.1.2. Agua de mezclado**

Se utilizó agua potable la misma que cumple con los requerimientos que especifica la norma NTP 339.088.

#### **5.1.3. Agregados**

Las características físicas y mecánicas del agregado fino “Cantera Josecito” y del agregado grueso “Cantera arenera Jaén”, se obtuvieron mediante los ensayos de calidad, debido a que estos cumplían con las normas establecidas, los resultados obtenidos están especificados en la tabla N° 6 y la tabla N° 7.

La curva granulométrica del agregado fino se adecuó dentro del huso establecido en la NTP 400.037, obteniendo un módulo de finura 2.95, el mismo que cumplió con el estándar de calidad. La curva granulométrica del agregado grueso se adecuó dentro del huso N° 67 establecido en la NTP 400.037.

El agregado fino cumplió con el porcentaje máximo de material fino que pasa el tamiz 200 el cual se calculó en 1.44% el mismo que está dentro de los rangos permisibles de la NTP 400.018.

El peso específico tanto del agregado fino y agregado grueso cumplen también con las especificaciones expresadas en la NTP 400.037. La absorción tanto del agregado fino y agregado grueso cumplen también con las especificaciones requeridas en la NTP 400.037.



El peso unitario suelto y compactado tanto del agregado fino y agregado grueso cumplen también con las especificaciones requeridas en la NTP 400.037.

## **5.2. Discusión sobre el diseño de mezcla**

Se realizó un diseño de mezcla con el método ACI, al cual se le sumo un factor de resistencia promedio ( $f'_{cr}$ ) de  $84 \text{ kg/cm}^2$ , este factor se utiliza para asegurar que la resistencia del concreto logre pasar el mínimo de 21 MPa. Para este diseño dicho factor elevó considerablemente la resistencia a compresión obteniendo resultados en curado normal de 179% con respecto a la resistencia de diseño.

## **5.3. Discusión sobre ensayos de control de calidad en el concreto fresco**

### **5.3.1. Peso unitario del concreto fresco**

Se obtuvo un promedio de  $2460.905 \text{ kg/cm}^3$  que cumple con el estándar recomendado en la NTP 339.046.

### **5.3.2. Trabajabilidad del concreto fresco**

El promedio fue de 3.8" lo que es recomendable para un concreto estructural, cumple con la especificación del diseño de mezclas de concreto y las características expresadas en la NTP 339.035.

### **5.3.3. Aire atrapado en el concreto fresco**

De las 6 tandas preparadas se obtuvo un promedio 1.5 %, valor cercano al 2.0 % con el cual se hizo el diseño de mezclas. El ensayo se hizo de acuerdo a lo especificado en la NTP 339.083.

### **5.3.4. Temperatura del concreto fresco**

El promedio de temperatura del concreto fresco fue  $24.2 \text{ }^\circ\text{C}$ . La metodología utilizada en este ensayo se realizó de acuerdo a la NTP 339.184.

## **5.4. Discusión sobre curado de especímenes de concreto**

### **5.4.1. Curado Normal**

A este proceso de curado se sometieron 48 testigos en total, la temperatura promedio del agua de curado de 22.3 °C, la temperatura promedio de los especímenes fue de 24.5 °C, estos datos cumplen con los estándares especificados en la norma NTP 339.183.

### **5.4.2. Curado acelerado**

En cuanto a las temperaturas de curado acelerado utilizando agua hirviendo observamos que la temperatura ambiente promedio es de 26.6 °C puesto que en ensayo se hizo bajo techo, de lo contrario la temperatura ambiente se hubiera incrementado debido al clima cálido de la ciudad de Jaén.

El agua alcanzó el punto de ebullición a los 97.8 °C, unos grados menos de lo que expresa la NTP 339.213 que especifica que debe ser 100 °C, este cambio de temperatura se genera debido a la diferencia de la presión atmosférica de los distintos lugares en donde es aplicado el ensayo.

Para controlar el nivel de agua mínimo que expresa la NTP 339.213 (10 cm sobre el nivel de los testigos de concreto), se agregó más agua de este límite para de esta manera no agregar agua a otra temperatura que pudiera alterar la temperatura del agua del tanque.

La temperatura promedio de los testigos antes de ser sometidos a la prueba de curado acelerado fue 23.2 °C, un poco menor que la temperatura ambiente promedio.

El promedio de temperatura en los especímenes en el momento de ser retirados del tanque de curado fue de 69.9 °C.

La norma contempla un tiempo de 2 horas de enfriado a temperatura ambiente para luego ser ensayados a la compresión. Esta temperatura fue de 31.9 °C.

## **5.5. Discusión sobre ensayo a compresión de los Especímenes de concreto**

### **5.5.1. Especímenes sometidos a curado normal**

Los promedios de resistencia a compresión a los para los diferentes tiempos de curado normal (3, 7, 14, 28 días) así como los porcentajes con respecto a la resistencia de diseño están expresado en la tabla N° 20. Los porcentajes mínimos de resistencia a compresión según edad cumplen con el requisito de avance.

Calculando las desviaciones estándar y la media de los diferentes grupos de curado normal pudimos calcular el coeficiente de variación el cual no supera el 6%, por lo que se demuestra que hay mayor homogeneidad en los datos de la variable tiempo de curado y la media aritmética es representativa para el conjunto de datos.

Con el conjunto de 48 datos en resistencia de curado normal, se procedió a buscar una ecuación que ajuste mejor a la tendencia, obteniendo una ecuación polinómica de grado 4. Ver Figura N° 41, el coeficiente de correlación fue de 96.37%.

### **5.5.2. Especímenes sometidos a curado acelerado**

Los promedios de resistencia a compresión a los para los diferentes tiempos de curado acelerado (3.5, 6, 9, 12, 15, 18 horas) así como los porcentajes con respecto a la resistencia de diseño y con respecto al curado normal están expresado en la tabla N° 28.

Se aprecia que la resistencia avanza favorablemente hasta las 9 horas de curado acelerado, pero pasado este tiempo el concreto empieza a perder resistencia por lo que la curva (resistencia - horas de curado acelerado) tiende a caer progresivamente hasta las 18 horas de curado acelerado (último tiempo ensayado).

El porcentaje promedio mínimo de resistencia de curado acelerado con respecto al curado normal es de 34.91% en 3.5 horas y el máximo es de 57.56% en 9 horas.

Calculando las desviaciones estándar y la media de los diferentes grupos de curado normal pudimos calcular el coeficiente de variación el cual no supera el 8%, por lo que se demuestra que hay mayor homogeneidad en los datos de la variable tiempo de curado y la media aritmética es representativa para el conjunto de datos.

Con el conjunto de datos en resistencia de curado normal, se procedió a buscar una ecuación que ajuste mejor a la tendencia, obteniendo una ecuación polinómica de grado 3.

Ver Figura N° 53, el coeficiente de correlación fue de 92.44 %. Esta ecuación nos permitirá estimar resistencia de curado normal utilizando los resultados de curado acelerado.

### **5.5.3. Prueba T- Student**

Mediante la prueba de T- Student se comparó la diferencia significativa entre los tiempos iniciales de ambos métodos de curado y los tiempos de mayor alcance de resistencia de los mismos.

Para el primer caso, en la prueba de Levene (ver tabla N° 31) se obtuvo un valor P de 0.4892, este valor es mayor que 0.05 (nivel de significancia) con lo que se comprobó que las varianzas de la variable resistencia en ambos grupos son iguales. Con un intervalo de confianza de 95% obtenemos un P-Valor (valor de prueba o significancia) = 0,000 < 0.05, esto nos demuestra que tenemos una Hipótesis alternativa donde si hay una diferencia significativa (6.0775 MPa) entre las medias de las resistencias iniciales de curado normal y curado acelerado.

Para el segundo caso, en la prueba de Levene (ver tabla N° 34) se obtuvo un valor P de 0.0053, este valor es menor que 0.05 (nivel de significancia) con lo que se comprobó que las varianzas de la variable resistencia en ambos grupos no son iguales. Con un intervalo de confianza de 95% obtenemos un P-Valor (valor de prueba o significancia) = 0,000 < 0.05, esto nos demuestra que tenemos una Hipótesis alternativa donde si hay una diferencia significativa (15.664 MPa) entre las medias de las mayores resistencias alcanzadas en curado normal y curado acelerado.

## **5.6. Discusión en referencia a los antecedentes**

Zorrilla (2018) quien afirma que con curado acelerado a 7 horas obtiene una resistencia de 111.14 % de diseño y un 112.38% con respecto a curado normal. En nuestra investigación con 9 horas si se logra alcanzar la resistencia de diseño en 101.19%, pero solo se llega al 57.56% con respecto a los 28 días de un curado normal.

Cruzado (2018) concluye que con 3.5 horas de curado acelerado logra obtener resultado de 118.66% respecto a un diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y 118.13% con respecto a curado normal. Los resultados obtenidos en esta investigación también difieren en cuanto a las horas de curado acelerado que fueron 9, y al resultado comparado con el curado normal.

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. Conclusiones**

Se estableció una relación resistencia – tiempo en curado normal, donde se obtuvo una resistencia promedio máxima de **175.79 %** a los 28 días.

Se estableció una relación resistencia – tiempo en curado acelerado, donde en 9 horas se obtuvo una resistencia promedio máxima de **101.19 %** respecto a la resistencia de diseño y un **56.57 %** con respecto a 28 días de curado normal. La resistencia va de forma ascendente hasta las 9 horas, pasado este tiempo la resistencia del concreto empieza a tener un declive considerable.

Se generó una gráfica de estimación de resistencias de curado normal, utilizando resultados de resistencia en curado acelerado, obteniendo un  $R^2= 0.9244$  , lo que demuestra una buena confiabilidad de los resultados.

Como ventaja en el método de curado acelerado, se puede utilizar la ecuación de estimación para obtener resultados a compresión en menor tiempo que un curado normal y sería muy favorable de utilizar en testigos para control de calidad en obra y en concreto prefabricado pues si se logra alcanzar la resistencia de diseño. Como desventaja, este método es difícil de aplicar en concreto que ya está puesto en obra; otra desventaja es que no se logra alcanzar una resistencia igual a la del curado normal.

## **6.2. Recomendaciones**

Para los ensayos de agregados y concreto Se recomienda utilizar los estándares recomendados en la Norma Técnica Peruana y el Manual de ensayo de materiales.

Considerar los tiempos establecidos en la NTP 339.213 (método B – agua Hirviendo), para de esta manera obtener resultados estandarizados.

Tener los equipos de protección personal adecuados cuando se va hacer el ensayo de curado acerrado, esto para evitar quemaduras por la alta temperatura del agua.

Hacer en un futuro una investigación sobre la variación de resistencia a la compresión del concreto sometido a curado acelerado (Método B - agua hirviendo) comparando resistencias entre testigos de 10 cm x 20 cm y testigos de 15 cm x 30cm.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alva Cáceres, R. A. (2013). *Experiencia de implementacion en laboratorio de la norma NTP 339.213 para el curado acelerado de probetas de concreto mediante el uso de agua hirviendo*. Piura: Universida de Piura.
- Andrade Pino, A. S., & Sono Sanchez, J. C. (2014). *Aplicación del Ensayo de Curado Acelerado En Cilindros de Hormigón Sometidos a Compresión Simple*. Quito: Pontificia Universidad Catolica del Ecuador.
- Arévalo Vera, H. B., & Herrera Añazco, J. X. (2005). *Analisis Comparativo en la Resistencia a la Compresión del Curado Convencional en Probetas Cilindricas de Concreto*. Loja: Universidad Técnica Particular de Loja.
- Asociacion Argentina de Tecnologia del Hormigón. (2012). *Ese Material Llamado Hormigón*. Buenos Aires: Asociacion Argentina de Tecnologia del Hormigón.
- Cruzado Ruiz, J. (2018). *Efecto de la Aplicacion de Curado Acelerado en la Resistencia a la Compresion de Especimenes de Concreto Utilizando en Método de la NTP 339.213, Año 2015*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Euclid Group Toxement. (2016). *Guia Basica para el Curado del Concreto*. Bogotá: Guia Basica para el Curado del Concreto.
- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. (2013). *Tecnologia del Concreto*. Mexico D. F.: M. en A. Soledad Moliné Venanzi .
- McCormac, J., & Brown, R. H. (2011). *Diseño de Concreto Reforzado*. Mexico D.F.: Alfaomega.
- Niño Hernandez, J. R. (2010). *Tecnologia del Concreto*. Bogotá: Asociacion Colombiana de Productores de Concreto - ASOCRETO.
- Norma Técnica Peruana. (2018). *NTP 339.213*. Lima: Inacal.
- Portugal Barriga, P. (2007). *Tecnologia del Concreto de Alto Desempeño*. Lima: ICG.
- Ribera Lopez, G. (2010). *Concreto Simple*. Cauca.



Rojas Clavo, D. O. (2019). *Influencia de la temperatura ambiental en la resistencia del concreto durante su fabricacion en la ciudad de Jaén, Cajamarca, Peru*. Jaén: Repositorio Universidad Nacional de Jaén.

Servicio Nacional de Capacitacion para la Industria de la Construccion - SENCICO. (2014). *Manual de Preparacion, Colocacion y Cuidados del Concreto*. Lima: Cartolan Editores.

Zorrilla Rodríguez, C. E. (2018). *Estudio de la Influencia del Curado Acelerado del Concreto para un  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$* . Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación va dedicada a mi familia, en especial a mi padre Efraín, a mi madre Maribel, quienes fueron mi inspiración por haberme brindado su apoyo y consejos durante toda mi vida, a mis hermanos Jhon y David por estar siempre conmigo en los buenos y malos momentos, también dedico esta investigación a mis amigos y personas especiales que siempre estuvieron presentes, con las que compartí inolvidables momentos, rogando a Dios que los cuide siempre y los proteja.

**JACKSON BRADY**

La presente tesis la dedico a toda mi familia, principalmente mis padres María y Eusebio que ha sido un pilar fundamental en mi formación como profesional, por brindarme la confianza, consejos, oportunidad y recursos para lograrlo, a mis hermanas Irma, Marleny, Celia, luz y Kelly; gracias por estar siempre en esos momentos difíciles brindándome su apoyo, paciencia y comprensión, agradecerles también a esos verdaderos amigos con los que compartimos todas aquellas hazañas durante la vida universitaria.

**REYNER IVÁN**

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a **Dios** por darnos vida y salud, a todas las personas que apoyaron y creyeron en la realización de esta investigación.

Asimismo, agradecemos a nuestra casa de estudios **Universidad Nacional de Jaén** por habernos formado profesionalmente siendo exigentes en toda la formación profesional.

A la **Facultad de Ingeniería Civil** por habernos brindado todas las facilidades para realizar los ensayos de control de calidad que era indispensable para ejecutar esta investigación.

Mi agradecimiento también va dirigido a nuestro Asesor de Tesis el **Ing. César Jesús Díaz Coronel** por habernos brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento del tema. Así mismo por habernos tenido toda la paciencia del mundo para guiarnos durante el desarrollo de la tesis.

Agradezco también al **Ing. Wilmer Rojas Pintado** por darnos pautas y consejos para que esta investigación se haga realidad.

Al **Ing. Luis Rafael Quiroz Chihuán** por los consejos adquiridos durante la vida universitaria y laboral los mismos que fueron base para elegir este tema de investigación.

A la **Srta. Nancy Núñez Julca** por estar pendiente todos los Egresados de esta casa universitaria que con su eficiencia como profesional estuvo informándonos del grupo de investigación SEICIGRA.

# **ANEXOS**

**ANEXO 1. RESULTADOS  
DE ENSAYOS DE LOS  
AGREGADOS PARA  
CONCRETO**



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422 - MTC E107 - MTC E204 - ASTM C136)**



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO - UNJ

**PROYECTO:** DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=21 MPa, COMPARANDO EL MÉTODO DE CURADO ACELERADO Y CURADO NORMAL

**FECHA:** 19/06/2019

**UBICACIÓN:** JAÉN - CAJAMARCA

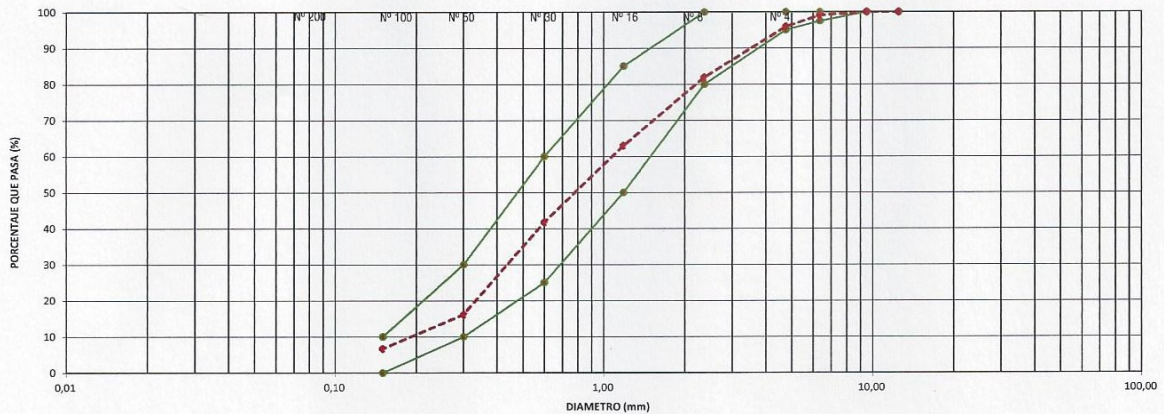
**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA:** CANTERA JOSECITO

**TAMANO MÁXIMO NOMINAL = 1/4"**

**MATERIAL:** ARENA PARA CONCRETO F'c= 210

	TAMIZ		P.RET	PORCENT	PORCENTAJE	% QUE	ESPECIFICACION	CONTENIDO DE HUMEDAD (%) MTC E 115			
	Nº	ABERTURA(mm)	PARCIAL	RET. PARCIAL	RET. ACUM	PASA	A.S.T.M. C 33	TEMPERATURA	AMBIENTE	110° C	
AGREGADO GRUESO	3"	75,00	0,0	0,00	0,0	100,0	-	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)			1000,00
	2 ½"	63,00	0,0	0,00	0,0	100,00	-	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)			987,66
	2"	50,80	0,0	0,00	0,0	100,00	-	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			1,25
	1 ½"	37,50	0,0	0,00	0,0	100,00	-	<b>MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200</b>			
	1"	25,40	0,0	0,00	0,0	100,00	-	<b>MTC E 202</b>			
	3/4"	19,00	0,0	0,00	0,0	100,00	-	PESO INICIAL SECO (gr)			1000,00
	1/2"	12,50	0,0	0,00	0,0	100,00	-	PESO FINAL SECO, DESPUES DE LAVADO (gr)			985,57
	3/8"	9,50	0,0	0,00	0,0	100,00	100	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200 (%)			1,44
	1/4"	6,35	9,34	0,91	0,9	99,09	-	<b>CARACTERISTICAS FISICAS</b>			
								<b>DEL AGREGADO FINO</b>			
AGREGADO FINO	Nº 4	4,75	32,15	3,14	4,1	95,94	95-100	PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm3)			2,58
	Nº 8	2,36	143,50	14,04	18,1	81,91	80-100	PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/m3)			1545,00
	Nº 16	1,18	193,52	18,93	37,0	62,98	50-85	PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (Kg/m3)			1756,00
	Nº 30	0,60	216,97	21,22	58,2	41,75	25-60	ABSORCION (%)			1,38
	Nº 50	0,30	261,94	25,62	83,9	16,13	10-30	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			1,25
	Nº 100	0,15	96,61	9,45	93,3	6,68	0-10	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200			1,44
	Nº 200	0,075	31,54	3,09	96,4	3,60	-	EQUIVALENTE DE ARENA			-----
CAZOLETA	-.-	36,79	3,60	100,0	0,00	-	MODULO DE FINJURA (Mf)			2,95	
TOTAL			1022,4								



D60 =	0,38	D30 =	0,18	D10 =	0,16
Cu =		2,38	Cc =		0,53







**PESO UNITARIO Y VACIOS DE LOS  
AGREGADOS  
(ASTM C 29 - MTC E 203)**



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO - UNJ**

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO  
**PROYECTO:** F' C=21 MPa, COMPARANDO EL MÉTODO DE CURADO ACELERADO Y  
CURADO NORMAL

**UBICACIÓN:** JAEN - CAJAMARCA

**FECHA:** 19/06/2019

**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO**

ENSAYO N°	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	7400,00	7400,00	7400,00
Peso del recipiente + material (gr.)	11784,00	11798,00	11820,00
Peso del material (gr.)	4384,00	4398,00	4420,00
Factor (f)	0,351	0,351	0,351
Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m3)	1539	1544	1551
<b>P. UNITARIO S. SUELTO PROMEDIO =</b>	<b>1545 Kg/m<sup>3</sup></b>		

**PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO**

ENSAYO N°	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	7400,00	7400,00	7400,00
Peso del recipiente + material (gr.)	12397,00	12415,00	12398,00
Peso del material (gr.)	4997,00	5015,00	4998,00
Factor (f)	0,351	0,351	0,351
Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m3)	1754	1760	1754
<b>P. UNITARIO S. COMPACTADO PROMEDIO =</b>	<b>1756 Kg/m<sup>3</sup></b>		

Donde: f= Peso Específico del Agua/Volumen del Recipiente







**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE  
AGREGADOS FINOS**  
(ASTM C 128 - MTC E 205)



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO - UNJ**

**PROYECTO:** DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'c=21$  MPa, COMPARANDO EL MÉTODO DE CURADO ACELERADO Y CURADO NORMAL

**UBICACIÓN:** JAEN - CAJAMARCA

**FECHA:** 19/06/2019

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS FINOS**

**MTC E 205**

ENSAYO N°	1	2	3	PROMEDIO
PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (gr) A	492,3	493,8	493,5	493,2
PESO DEL PICNOMETRO LLENO DE AGUA (gr) B	702,7	706,6	705,5	704,9
PESO TOTAL DEL PICNOMETRO AFORADO CON MUESTRA Y LLENO DE AGUA (gr) C	1012,5	1016,1	1013,6	1014,1
PESO DE LA MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (gr) S	500,0	500,0	500,0	500,0
PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm <sup>3</sup> ) =	2,59	2,59	2,57	2,58
ABSORCION (%) =	1,56	1,26	1,32	1,38





**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422 - MTC E107 - MTC E204 - ASTM C136)**



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO - UNJ

**PROYECTO:** DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=21 MPa, COMPARANDO EL MÉTODO DE CURADO ACCELERADO Y CURADO NORMAL **FECHA:** 19/06/2019

**UBICACIÓN** JAEN - CAJAMARCA

**I. Datos Generales**

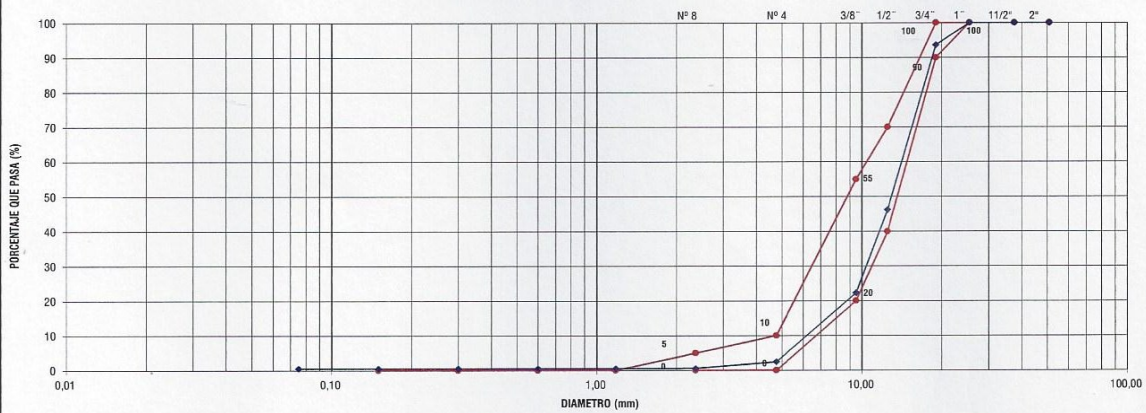
**PROCEDENCIA** CANTERA ARENERA JAEN

**TAMANO MÁXIMO NOMINAL = 3/4"**

**MATERIAL** ARENA PARA CONCRETO F'c= 210

FRACCIÓN	TAMIZ		PESO	PORCENTAJE	PORCENTAJE	PORCENTAJE	ESPECIFICACION	CONTENIDO DE HUMEDAD (%) A.S.T.M. C 566		
	Nº	ABERTURA (mm)	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	QUE PASA	HUSO 67 PORCENTAJE QUE PASA	TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C
			PARCIAL (gr)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	(%)				
GRUESA	3"	75,00	0,00	0,00	0,0	100,0	-	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)		5000,00
	2 1/2"	63,00	0,00	0,00	0,0	100,00	-	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		4928,70
	2"	50,80	0,00	0,00	0,0	100,00	-	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		
	1 1/2"	37,50	0,00	0,00	0,0	100,00	-	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200		
	1"	25,40	0,00	0,00	0,0	100,00	100	A.S.T.M. C 117		
	3/4"	19,00	315,50	6,35	6,4	93,65	90 - 100	PESO INICIAL SECO (gr)		5000,00
	1/2"	12,50	2356,20	47,47	53,8	46,18	-	PESO FINAL SECO, DESPUES DE LAVADO (gr)		4942,36
	3/8"	9,50	1186,34	23,88	77,7	22,30	20 - 55	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200 (%)		
FINA	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO									
	Nº 4	4,75	985,96	19,85	97,5	2,45	0 - 10			
	Nº 8	2,36	94,73	1,91	99,5	0,55	0 - 5	PESO ESPECÍFICO DE MASA (gr/cm <sup>3</sup> )		2,59
	Nº 16	1,18	0,65	0,01	99,5	0,54	-	PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m <sup>3</sup> )		1523,00
	Nº 30	0,60	0,31	0,01	99,5	0,53	-	PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m <sup>3</sup> )		1590,00
	Nº 50	0,30	0,30	0,01	99,5	0,52	-	ABSORCIÓN (%)		1,20
	Nº 100	0,15	0,21	0,00	99,5	0,52	-	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		1,45
	Nº 200	0,075	0,16	0,00	99,5	0,52	-	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200		1,15
	CAZOLETA	-	25,60	0,52	100,0	0,00	-	ABRASIÓN LOS ANGELES (%)		---
TOTAL			4967,96				MODULO DE FINURA (Mf)		6,79	

HUSO Nº 67 A.S.T.M. C 33-93a



D60 =	20,00	D30 =	16,00	D10 =	13,10
Cu =		1,53	Cc =		0,98

**OBSERVACIONES:** LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO ESTA CERCA DEL LIMITE INFERIOR DEL HUSO GRANULOMÉTRICO Nº 67, DE LA NORMA A.S.T.M. C 33-93a. Y LA NORMA N.T.P. 400.37 Y TIENE UN MODULO DE FINURA DE 6.79







**PESO UNITARIO Y VACIOS DE LOS  
AGREGADOS  
(ASTM C 29 - MTC E 203)**



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO - UNJ**

<b>PROYECTO:</b>	DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F´C=21 MPa, COMPARANDO EL MÉTODO DE CURADO ACELERADO Y CURADO NORMAL	
<b>UBICACIÓN:</b>	JAEN - CAJAMARCA	<b>FECHA: 19/06/2019</b>

**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO**

ENSAYO N°	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	8488,00	8488,00	8488,00
Peso del recipiente + material (gr.)	14814,00	14773,00	14785,00
Peso del material (gr.)	6326,00	6285,00	6297,00
Factor (f)	0,242	0,242	0,242
Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m3)	1529	1519	1522
<b>P. UNITARIO S. SUELTO PROMEDIO =</b>	<b>1523 Kg/m<sup>3</sup></b>		

**PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO**

ENSAYO N°	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	8488,00	8488,00	8488,00
Peso del recipiente + material (gr.)	15219,00	15039,00	14945,00
Peso del material (gr.)	6731,00	6551,00	6457,00
Factor (f)	0,242	0,242	0,242
Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m3)	1627	1584	1561
<b>P. UNITARIO S. COMPACTADO PROMEDIO =</b>	<b>1590 Kg/m<sup>3</sup></b>		

Donde: f= Peso Específico del Agua/Volumen del Recipiente





**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE  
AGREGADOS GRUESOS  
(MTC E 206)**



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO - UNJ**

<b>PROYECTO :</b>	DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F' C=21 MPa, COMPARANDO EL MÉTODO DE CURADO ACELERADO Y CURADO NORMAL	<b>Registro N°:</b>
<b>UBICACIÓN :</b>	JAEN - CAJAMARCA	<b>Fecha:</b> 19/06/2019

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA :** CANTERA ARENERA JAEN  
**UBICACIÓN :** --  
**MATERIAL :** PIEDRA CHANCADA 1/2"

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS  
MTC E 206**

<b>N° DE ENSAYOS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>PROMEDIO</b>
Peso de muestra seca al horno A gr.	2968,9	3476,1	3948,6	
Peso de muestra saturada superf. Seca B gr.	3002,4	3516,4	4000,0	
Peso de muestra saturada superf. seca Sumergida C gr.	1865,5	2194,2	2443,1	
Peso específico sobre base seca A/(B-C)	2,611	2,629	2,536	<b>2,59</b>
Peso específico sobre base saturada superficialmente seca B/(B-C)	2,641	2,660	2,569	2,62
Peso específico aparente A/(A-C)	2,691	2,712	2,623	2,68
Absorción de agua ((B-A)*100)/A	1,13	1,16	1,30	<b>1,20</b>



# **ANEXO 2. RESULTADOS DISEÑO DE MEZCLAS**





**DISEÑO DE MEZCLAS PARA CONCRETO  
(METODO COMITÉ ACI 211)**



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO - UNJ**

**DATOS DEL PROYECTO U OBRA**

**PROYECTO:** DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=21 MPa, COMPARANDO EL MÉTODO DE CURADO ACELERADO Y CURADO NORMAL **FECHA:** 19/06/21

**SOLICITANTE :** Jackson Brady Huamán Pinedo, Reyner Iván Santiago Mendoza

**UBICACIÓN** JAEN - CAJAMARCA

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** CANTERA JOSECITO Y ARENERA JAEN **TAMANO MÁXIMO = 3/4"**  
**MATERIAL** ARENA PARA CONCRETO F'C= 210

**DATOS DE LOS AGREGADOS**

TIPO	A FINO	A GRUESO
FUENTE	Cantera Josecito	Arenera Jaen

- 1,0 ESPECIFICACIONES
- 1,1 LIMITACIONES :
- 1,2 RESISTENCIA ESPECIFICADA : 210 Kg/cm2
- 1,3 CONDICIONES DE COLOCACIÓN :
- 1,4 TAMAÑO MÁX. NOM. A. G. : 3/4"

**2,0 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

**2,1 CEMENTO**  
MARCA: Pacasmayo TIPO: Portland T1 PESO ESP: 3,10

**2,2 AGUA**  
Potable

**2,3 AGREGADOS**

TIPO	FINO	GRUESO
HUMEDAD (%)	3,15	1,85
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2,58	2,59
ABSORCION (%):	1,38	1,20
MÓDULO DE FINEZA	2,95	---
PESO SECO COMPACTADO (Kg/m3):	1756,00	1590,00
T MÁX. NOM (Pulg.)	---	3/4"

**3,0 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO**

F'c	F'cr
Menos de 210	F'c + 70
<b>210 a 350</b>	f'c + 84
sobre 350	f'c + 98

F'cr = f'c + k  
k = **84**

f'cr = 294

**4,0 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO**

Tmax = 3/4 pulg

**5,0 ASENTAMIENTO**

As = 3 a 4 pulg

**6,0 VOLUMEN UNITARIO DE AGUA**

Vol h<sub>2</sub>O = 205 Lt/m3



**7,0 CONTENIDO DE AIRE**

Cont aire = 2 %

**8,0 RELACIÓN AGUA CEMENTO**

A/C = 0,558

**9,0 FACTOR CEMENTO**

Fcm =	Vol h <sub>2</sub> O /	A/C
Fcm =	205 /	0,558
Fcm (Kg) =	367 =	8,7 bolsa/m <sup>3</sup>

**10,0 CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO**

b/b <sub>0</sub> =	0,605
Peso del agregado grueso	
0,605 * 1590 =	961,95 Kg/m <sup>3</sup>

**11,0 VOLÚMENES ABSOLUTOS**

CEMENTO =	0,118 m <sup>3</sup>	
367 /	3,1 *	1000
AGUA =	0,205 m <sup>3</sup>	
205 /	1 *	1000
AIRE	2 %	= 0,02 m <sup>3</sup>
A. GRUESO =	0,37 m <sup>3</sup>	
961,95 /	2,59 *	1000
SUMA DE VOLÚMENES CONOCIDOS		0,715

**12,0 CONTENIDO DE AGREGADO FINO**

VOLUMEN DE AGREGADO FINO	=	0,285 m <sup>3</sup>
1 - 0,715 =		

PESO DEL AGREGADO FINO SECO	=	735,8 Kg/m <sup>3</sup>
0,285 * 1000 *		2,58

**13,0 VALORES DE DISEÑO**

CEMENTO	367,00 Kg
AGUA DE DISEÑO	205,00 l
AGREGADO FINO SECO	735,83 Kg
AGREGADO GRUESO SECO	961,95 Kg





**14,0 CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO**

PESO HÚMEDO			
AGR. FINO	735,83 x	1,0315 :=	759,00 Kg/m3
AGR. GRUESO	961,95 x	1,0185 :=	979,75 Kg/m3
HUMEDAD SUPERFICIAL			
AGR. FINO	3,15 .-	1,38 :=	1,77 %
AGR. GRUESO	1,85 .-	1,20 :=	0,65 %
APORTES DE HUMEDAD			
AGR. FINO	735,83 x	0,0177 :=	13,02411 Lt/m3
AGR. GRUESO	961,95 x	0,0065 :=	6,252675 Lt/m3
APORTE DE HUMEDAD DE AGREGADOS			19,27678 Lt/m3
agua libre			
AGUA EFECTIVA	205,00 -	19,28 :=	185,72
PESO DE LOS MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD			
CEMENTO	367		8,6 bolsa/m3
AGUA EFECTIVA	185,72		
AGR. FINO	759,00		
AGR. GRUESO	979,75		

**15 PROPORCIÓN EN PESO CORREGIDA POR HUMEDAD**

CEMENTO	AGR. FINO	AGR. GRUESO	AGUA	EN PESO SECO POR BOLSA
367	735,8	961,95	205	
367	367	367	8,6	
1,00	2,00	2,62	23,73978	

367	759,00	979,75	185,72	EN PESO HUMEDO POR BOLSA
367	367	367	8,6	
1,00	2,07	2,67	21,51	

cimento  
a. fino  
a. grueso  
agua

RELACIÓN AGUA CEMENTO DE DISEÑO  $\frac{205}{367} = 0,56$

RELACIÓN AGUA CEMENTO EFECTIVA  $\frac{185,72}{367} = 0,51$


**16 PESOS POR TANDA DE UN SACO**

CEMENTO	1,00 x	42,50 =	42,50 Kg/pie3	1,00	bolsa/pie3	8,64	bolsa/m3
AGR. FINO	2,07 x	42,50 =	87,90 Kg/pie3	1,86	pie3/bolsa	16,07	Pie3/m3
AGR. GRUESO	2,67 x	42,50 =	113,46 Kg/pie3	2,52	pie3/bolsa	21,73	Pie3/m3
AGUA EFECTIVA			21,51 Kg/pie3	21,51	lit/bolsa	185,72	Lt/m3





**ANEXO 3. RESULTADOS  
RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN DEL  
CONCRETO EN CURADO  
NORMAL**

	<b>GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b>	<b>OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD</b>	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	<b>SECTOR:</b>	<b>LABORATORIO</b>
	<b>QCF-TC-01</b>	<b>CODIGO:</b>	<b>01-19-TC-RC-001</b>
DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=21 MPa, COMPARANDO EL MÉTODO DE CURADO ACCELERADO Y CURADO NORMAL	FECHA:	01/06/2019
UBICACIÓN:	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.	GERENTE GENERAL:	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
SOLICITANTE:	JACKSON B. HUAMÁN PINEDO, REYNER I. SANTIAGO MENDOZA	TECNICO DE LAB:	JHONATAN HERRERA BARRAHONA
		ASISTENTE DE LAB:	CIEZA ROMERO ARODY


**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS**  
**METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**  
**A.S.T.M. C 39**

PROBETA N°	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (Días)	IDENTIFICACION	Carga Rotura Kg.	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm <sup>2</sup>	Resistencia Promedio kg./cm <sup>2</sup>	Promedio Porcentaje f'c
1	20/06/19	23/06/19	3	CONCRETO VACEADO EN LA PRIMERA TANDA	15189	210	10.21	185.52	194.00	92.38 %
2	20/06/19	23/06/19	3		16383	210	10.15	202.47		
3	24/06/19	27/06/19	3	CONCRETO VACEADO EN LA SEGUNDA TANDA	14845	210	10.17	182.74	195.18	92.94 %
4	24/06/19	27/06/19	3		16800	210	10.15	207.62		
5	25/06/19	28/06/19	3	CONCRETO VACEADO EN LA TERCERA TANDA	15229	210	10.20	186.37	194.38	92.56 %
6	25/06/19	28/06/19	3		16215	210	10.10	202.39		
7	26/06/19	29/06/19	3	CONCRETO VACEADO EN LA CUARTA TANDA	16148	210	10.10	201.55	194.53	92.64 %
8	26/06/19	29/06/19	3		14875	210	10.05	187.52		
9	01/07/27	04/07/19	3	CONCRETO VACEADO EN LA QUINTA TANDA	15825	210	10.00	201.49	191.01	90.96 %
10	01/07/28	04/07/19	3		14637	210	10.16	180.54		
11	03/07/29	06/07/19	3	CONCRETO VACEADO EN LA SEXTA TANDA	15622	210	10.10	194.98	191.55	91.22 %
12	03/07/30	06/07/19	3		14923	210	10.05	188.12		

**OBSERVACIONES** LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE EL PORCENTAJE MINIMO DE RESISTENCIA A COMPRESION, A LOS 3 DIAS ES 40 % Pn, POR LO QUE LAS MUESTRAS ENSAYADAS CUMPLEN CON EL REQUISITO.

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RG - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

  
**LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN**  
**INGENIERO CIVIL**  
 Especialista en Mecánica de Suelos,  
 Tecnología del Concreto, Tecnología del  
 Asfalto, Geotécnica y Pavimentos  
 CIP: 173892

	<b>GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b>	<b>OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD</b>	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	<b>SECTOR :</b>	<b>LABORATORIO</b>
	<b>QCF-TC-01</b>	<b>CODIGO:</b>	<b>01-19-TC-RC-001</b>
DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=21 MPa, COMPARANDO EL MÉTODO DE CURADO ACELERADO Y CURADO NORMAL	FECHA :	01/08/2019
UBICACIÓN :	DISTRITO: JAÉN. PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA	GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
SOLICITANTE :	JACKSON B. HUAMÁN PINEDO, REYNER I. SANTIAGO MENDOZA	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
		ASISTENTE DE LAB :	CEIZA ROMERO ARODY


**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS**  
**METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**  
**A.S.T.M. C 39**

PROBETA N°	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (Días)	IDENTIFICACION	Carga Rotura Kg.	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm <sup>2</sup>	Resistencia Promedio kg./cm <sup>2</sup>	Promedio Porcentaje f'c
1	20/06/19	27/06/19	7	CONCRETO VACEADO EN LA PRIMERA TANDA	25521	210	10.10	318.54	309.18	147.23 %
2	20/06/19	27/06/19	7		24116	210	10.12	299.81		
3	24/06/19	01/07/19	7	CONCRETO VACEADO EN LA SEGUNDA TANDA	23490	210	10.15	290.31	292.64	139.35 %
4	24/06/19	01/07/19	7		23399	210	10.05	294.97		
5	25/06/19	02/07/19	7	CONCRETO VACEADO EN LA TERCERA TANDA	23365	210	10.10	291.64	291.75	138.93 %
6	25/06/19	02/07/19	7		23615	210	10.15	291.86		
7	26/06/19	03/07/19	7	CONCRETO VACEADO EN LA CUARTA TANDA	27837	210	10.05	350.91	338.17	161.03 %
8	26/06/19	03/07/19	7		26488	210	10.18	325.43		
9	01/07/27	08/07/19	7	CONCRETO VACEADO EN LA QUINTA TANDA	26119	210	10.03	330.57	328.71	156.53 %
10	01/07/28	08/07/19	7		25671	210	10.00	326.85		
11	03/07/29	10/07/19	7	CONCRETO VACEADO EN LA SEXTA TANDA	25703	210	10.10	320.81	319.96	152.37 %
12	03/07/30	10/07/19	7		25570	210	10.10	319.15		

**OBSERVACIONES** LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE EL PORCENTAJE MINIMO DE RESISTENCIA A COMPRESION, A LOS 7 DIAS ES 75 % Fc, POR LO QUE LAS MUESTRAS ENSAYADAS CUMPLEN CON EL REQUISITO.

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados RA - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

  
**LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN**  
**INGENIERO CIVIL**  
 Especialista en Mecánica de Suelos,  
 Tecnología del Concreto, Tecnología del  
 Asfalto, Geotécnica y Pavimentos  
 CIP: 173892

	<b>GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b>	<b>OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD</b>	
	<b>FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD</b>	<b>SECTOR :</b>	<b>LABORATORIO</b>
	<b>QCF-TC-01</b>	<b>CODIGO:</b>	<b>01-19-TC-RC-001</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>		<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>PROYECTO :</b>	DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F <sub>c</sub> = 21 MPa, COMPARANDO EL MÉTODO DE CURADO ACELERADO Y CURADO NORMAL	<b>FECHA :</b>	01/08/2019
<b>UBICACIÓN :</b>	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.	<b>GERENTE GENERAL :</b>	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
<b>SOLICITANTE :</b>	JACKSON B. HUAMÁN PINEDO, REYNER I. SANTIAGO MENDOZA	<b>TECNICO DE LAB :</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
		<b>ASISTENTE DE LAB :</b>	CIEZA ROMERO ARDIDY

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS**  
**METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**  
**A.S.T.M. C 39**


PROBETA N°	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (Días)	IDENTIFICACION	Carga Rotura Kg.	f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm <sup>2</sup>	Resistencia Promedio kg./cm <sup>2</sup>	Promedio Porcentaje f <sub>c</sub>
1	20/06/19	04/07/19	14	CONCRETO VACEADO EN LA PRIMERA TANDA	27601	210	10.00	351.43	343.68	163.66 %
2	20/06/19	04/07/19	14		26649	210	10.05	335.94		
3	24/06/19	08/07/19	14	CONCRETO VACEADO EN LA SEGUNDA TANDA	27308	210	10.15	337.49	336.06	169.55 %
4	24/06/19	08/07/19	14		26754	210	10.12	332.61		
5	25/06/19	09/07/19	14	CONCRETO VACEADO EN LA TERCERA TANDA	24163	210	10.00	307.65	313.16	149.12 %
6	25/06/19	09/07/19	14		25029	210	10.00	318.67		
7	26/06/19	10/07/19	14	CONCRETO VACEADO EN LA CUARTA TANDA	29029	210	10.10	382.33	367.48	174.99 %
8	28/06/19	10/07/19	14		29865	210	10.10	372.83		
9	01/07/27	15/07/19	14	CONCRETO VACEADO EN LA QUINTA TANDA	27917	210	10.02	354.04	365.66	169.36 %
10	01/07/28	15/07/19	14		28512	210	10.08	357.28		
11	03/07/29	17/07/19	14	CONCRETO VACEADO EN LA SEXTA TANDA	27949	210	10.18	343.38	344.69	164.14 %
12	03/07/30	17/07/19	14		28273	210	10.20	346.01		

**OBSERVACIONES** LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESION, A LOS 14 DIAS ES 85 % F<sub>c</sub>, POR LO QUE LAS MUESTRAS ENSAYADAS CUMPLEN CON EL REQUISITO.

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP), Derechos Reservados RQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

  
**LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN**  
**INGENIERO CIVIL**  
 Especialista en Mecánica de Suelos,  
 Tecnología del Concreto, Tecnología del  
 Asfalto, Geotécnica y Pavimentos  
 CIP: 123892



	<b>GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b>	<b>OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD</b>	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	SECTOR :	LABORATORIO
	QCF-TC-01	CODIGO:	01-19-TC-RC-001
DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=21 MPa, COMPARANDO EL METODO DE CURADO ACELERADO Y CURADO NORMAL	FECHA :	01/08/2019
UBICACIÓN :	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.	GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
SOLICITANTE :	JACKSON B. HUAMÁN PINEDO, REYNER I. SANTIAGO MENDOZA	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
		ASISTENTE DE LAB :	CIENZA ROMERO ARROY

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS**  
**METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**  
 A.S.T.M. C 39


PROBETA N°	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (Días)	IDENTIFICACION	Carga Rotura Kg.	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm <sup>2</sup>	Resistencia Promedio kg./cm <sup>2</sup>	Promedio Porcentaje f'c
1	20/06/19	18/07/19	28	CONCRETO VACEADO EN LA PRIMERA TANDA	30889	210	10.12	384.02	370.92	176.63 %
2	20/06/19	18/07/19	28		28555	210	10.08	357.82		
3	24/06/19	22/07/19	28	CONCRETO VACEADO EN LA SEGUNDA TANDA	30059	210	10.10	375.18	372.19	177.23 %
4	24/06/19	22/07/19	28		29873	210	10.15	369.20		
5	25/06/19	23/07/19	28	CONCRETO VACEADO EN LA TERCERA TANDA	27962	210	10.10	349.01	347.11	165.29 %
6	25/06/19	23/07/19	28		27658	210	10.10	345.22		
7	26/06/19	24/07/19	28	CONCRETO VACEADO EN LA CUARTA TANDA	31609	210	10.15	390.65	391.00	186.19 %
8	26/06/19	24/07/19	28		31479	210	10.12	391.36		
9	01/07/27	29/07/19	28	CONCRETO VACEADO EN LA QUINTA TANDA	30918	210	10.00	393.64	390.75	186.07 %
10	01/07/28	29/07/19	28		31569	210	10.18	387.86		
11	03/07/29	31/07/19	28	CONCRETO VACEADO EN LA SEXTA TANDA	30225	210	10.05	381.02	386.59	184.09 %
12	03/07/30	31/07/19	28		31731	210	10.15	392.16		

**OBSERVACIONES** LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 28 DÍAS ES 100 % Fc, POR LO QUE LAS MUESTRAS ENSAYADAS CUMPLEN CON EL REQUISITO.

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados P.Q. - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

  
**LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN**  
 INGENIERO CIVIL  
 Especialista en Mecánica de Suelos,  
 Tecnología del Concreto, Tecnología del  
 Asfalto, Geotécnica y Pavimentos  
 CIP: 123892

**ANEXO 4. RESULTADOS  
RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN DEL  
CONCRETO EN CURADO  
ACELERADO**

	<b>GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b>		<b>OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD</b>	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO
	QCF-TC-01		CODIGO:	01-19-TC-RC-001
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F' C=21 MPa, COMPARANDO EL MÉTODO DE CURADO ACELERADO Y CURADO NORMAL		FECHA :	01/08/2019
UBICACIÓN :	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.		GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
SOLICITANTE :	JACKSON B. HUAMÁN PINEDO, REYNER I. SANTIAGO MENDOZA		TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
			ASISTENTE DE LAB :	CEZA ROMERO ARODY


**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS**  
**METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**  
 A.S.T.M. C 39

PROBETA N°	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (Horas y minutos)	IDENTIFICACION	Carga Rotura Kg.	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm <sup>2</sup>	Porcentaje Resistencia (%)	Promedio Porcentaje f'c
1	20/06/19	21/06/19	28 Hrs. + 15 Min	CONCRETO SOMETIDO A 3.5 HORAS DE CURADO ACELERADO	10750	210	10.18	132.07	62.89	62.61 %
2	20/06/19	21/06/19	28 Hrs. + 19 Min	CONCRETO SOMETIDO A 3.5 HORAS DE CURADO ACELERADO	11503	210	10.12	143.01	68.10	
3	20/06/19	21/06/19	28 Hrs. + 22 Min	CONCRETO SOMETIDO A 3.5 HORAS DE CURADO ACELERADO	11652	210	10.22	142.04	67.64	
4	20/06/19	21/06/19	28 Hrs. + 25 Min	CONCRETO SOMETIDO A 3.5 HORAS DE CURADO ACELERADO	9104	210	10.18	111.86	53.26	
5	20/06/19	21/06/19	28 Hrs. + 29 Min	CONCRETO SOMETIDO A 3.5 HORAS DE CURADO ACELERADO	10196	210	10.10	127.26	60.60	
6	20/06/19	21/06/19	28 Hrs. + 31 Min	CONCRETO SOMETIDO A 3.5 HORAS DE CURADO ACELERADO	10394	210	10.05	131.02	62.39	
7	20/06/19	21/06/19	28 Hrs. + 34 Min	CONCRETO SOMETIDO A 3.5 HORAS DE CURADO ACELERADO	10593	210	10.21	129.38	61.61	
8	20/06/19	21/06/19	28 Hrs. + 36 Min	CONCRETO SOMETIDO A 3.5 HORAS DE CURADO ACELERADO	11305	210	10.16	139.45	66.40	
9	20/06/19	21/06/19	28 Hrs. + 39 Min	CONCRETO SOMETIDO A 3.5 HORAS DE CURADO ACELERADO	10501	210	10.15	129.78	61.80	
10	20/06/19	21/06/19	28 Hrs. + 41 Min	CONCRETO SOMETIDO A 3.5 HORAS DE CURADO ACELERADO	10536	210	10.18	129.44	61.64	
11	20/06/19	21/06/19	28 Hrs. + 43 Min	CONCRETO SOMETIDO A 3.5 HORAS DE CURADO ACELERADO	11425	210	10.11	142.32	67.77	
12	20/06/19	21/06/19	28 Hrs. + 45 Min	CONCRETO SOMETIDO A 3.5 HORAS DE CURADO ACELERADO	9751	210	10.17	120.04	57.16	

**OBSERVACIONES** LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE  
 EL PORCENTAJE DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LAS 28.5 HORAS ± 15 MINUTOS ES 62.61 % P<sub>c</sub>, TRAS SER SOMETIDOS A 3.5 HORAS DE CURADO ACELERADO N.T.P. 339.213 (METODO B - AGUA HIRVIENTE)

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados RG - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

  
**LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN**  
**INGENIERO CIVIL**  
 Especialista en Mecánica de Suelos,  
 Tecnología del Concreto, Tecnología del  
 Asfalto, Geotécnica y Pavimentos  
 CIP: 173892

	<b>GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b>	<b>OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD</b>	
	<b>FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD</b>	<b>SECTOR :</b>	<b>LABORATORIO</b>
	<b>QCF-TC-01</b>	<b>CODIGO:</b>	<b>01-19-TC-RC-001</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>		<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>PROYECTO :</b>	DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=21 MPa, COMPARANDO EL MÉTODO DE CURADO ACELERADO Y CURADO NORMAL.	<b>FECHA :</b>	01/08/2019
<b>UBICACIÓN</b>	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.	<b>GERENTE GENERAL :</b>	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
<b>SOLICITANTE :</b>	JACKSON B. HUAMÁN PINEDO, REYNER I. SANTIAGO MENDOZA	<b>TECNICO DE LAB :</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
		<b>ASISTENTE DE LAB :</b>	Dieza Romero Arody

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS**  
**METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**  
**A.S.T.M. C 39**


PROBETA N°	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (Horas y minutos)	IDENTIFICACION	Carga Rotura Kg.	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Diametro cm	Resistencia Máxima kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje Resistencia (%)	Promedio Porcentaje f'c
1	24/06/19	25/06/19	30 Hrs. + 45 Min	CONCRETO SOMETIDO A 6.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	12051	210	10.25	146.04	69.54	82.60 %
2	24/06/19	25/06/19	30 Hrs. + 48 Min	CONCRETO SOMETIDO A 6.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	14740	210	10.26	178.28	84.90	
3	24/06/19	25/06/19	30 Hrs. + 51 Min	CONCRETO SOMETIDO A 6.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	15240	210	10.10	190.22	90.58	
4	24/06/19	25/06/19	30 Hrs. + 52 Min	CONCRETO SOMETIDO A 6.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	13853	210	10.17	170.53	81.20	
5	24/06/19	25/06/19	30 Hrs. + 55 Min	CONCRETO SOMETIDO A 6.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	15249	210	10.20	186.61	88.86	
6	24/06/19	25/06/19	30 Hrs. + 59 Min	CONCRETO SOMETIDO A 6.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	13489	210	10.15	166.70	79.38	
7	24/06/19	25/06/19	31 Hrs. + 03 Min	CONCRETO SOMETIDO A 6.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	13513	210	10.17	166.35	79.21	
8	24/06/19	25/06/19	31 Hrs. + 07 Min	CONCRETO SOMETIDO A 6.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	14231	210	10.18	174.84	83.26	
9	24/06/19	25/06/19	31 Hrs. + 09 Min	CONCRETO SOMETIDO A 6.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	14165	210	10.18	174.03	82.87	
10	24/06/19	25/06/19	31 Hrs. + 11 Min	CONCRETO SOMETIDO A 6.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	13163	210	10.14	163.00	77.62	
11	24/06/19	25/06/19	31 Hrs. + 13 Min	CONCRETO SOMETIDO A 6.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	15863	210	10.20	194.14	92.45	
12	24/06/19	25/06/19	31 Hrs. + 15 Min	CONCRETO SOMETIDO A 6.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	13984	210	10.21	170.80	81.33	

**OBSERVACIONES** LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE  
 EL PORCENTAJE DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LAS 31 HORAS ± 15 MINUTOS ES 82.60 % Fc, TRAS SER SOMETIDOS A 6.0 HORAS DE CURADO ACELERADO N.T.P. 339.213 (METODO B - AGUA HIRVIENDO)

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados RD - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

  
**LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN**  
**INGENIERO CIVIL**  
 Especialista en Mecánica de Suelos,  
 Tecnología del Concreto, Tecnología del  
 Asfalto, Geotecnia y Pavimentos  
 CIP: 173892



	<b>GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b>		<b>OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD</b>		
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO	
	QCF-TC-01		CODIGO:	01-19-TC-RC-001	
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL		
PROYECTO :	DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=21 MPa, COMPARANDO EL MÉTODO DE CURADO ACELERADO Y CURADO NORMAL.			FECHA :	01/08/2019
UBICACIÓN :	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.			GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
SOLICITANTE :	JACKSON B. HUAMÁN PINEDO, REYNER I. SANTIAGO MENDOZA			TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA SARAHONA
				ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO APODY


**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS**  
**METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**  
**A.S.T.M. C 39**

PROBETA N°	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (Horas y minutos)	IDENTIFICACION	Carga Rotura Kg.	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm <sup>2</sup>	Porcentaje Resistencia (%)	Promedio Porcentaje f'c
1	25/06/19	26/06/19	33 Hrs. + 45 Min	CONCRETO SOMETIDO A 9.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	18330	210	10.14	226.99	108.09	103.19 %
2	25/06/19	26/06/19	33 Hrs. + 47 Min	CONCRETO SOMETIDO A 9.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	17582	210	10.18	216.01	102.86	
3	25/06/19	26/06/19	33 Hrs. + 51 Min	CONCRETO SOMETIDO A 9.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	18541	210	10.21	226.46	107.84	
4	25/06/19	26/06/19	33 Hrs. + 54 Min	CONCRETO SOMETIDO A 9.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	17729	210	10.11	220.84	105.16	
5	25/06/19	26/06/19	33 Hrs. + 57 Min	CONCRETO SOMETIDO A 9.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	16691	210	10.10	208.33	99.21	
6	25/06/19	26/06/19	33 Hrs. + 59 Min	CONCRETO SOMETIDO A 9.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	18212	210	10.17	224.19	106.76	
7	25/06/19	26/06/19	34 Hrs. + 02 Min	CONCRETO SOMETIDO A 9.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	17164	210	10.19	210.46	100.22	
8	25/06/19	26/06/19	34 Hrs. + 05 Min	CONCRETO SOMETIDO A 9.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	16896	210	10.15	208.82	99.44	
9	25/06/19	26/06/19	34 Hrs. + 09 Min	CONCRETO SOMETIDO A 9.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	17813	210	10.12	221.46	105.46	
10	25/06/19	26/06/19	34 Hrs. + 11 Min	CONCRETO SOMETIDO A 9.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	16403	210	10.11	204.33	97.30	
11	25/06/19	26/06/19	34 Hrs. + 13 Min	CONCRETO SOMETIDO A 9.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	17218	210	10.11	214.45	102.12	
12	25/06/19	26/06/19	34 Hrs. + 15 Min	CONCRETO SOMETIDO A 9.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	17742	210	10.16	217.98	103.80	

**OBSERVACIONES** LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE EL PORCENTAJE DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LAS 34 HORAS ± 15 MINUTOS ES 103.19 % Fc, TRAS SER SOMETIDOS A 9.0 HORAS DE CURADO ACELERADO N.T.P. 339.213 (METODO B - AGUA HIRVIEN)

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados PQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

  
**LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN**  
**INGENIERO CIVIL**  
 Especialista en Mecánica de Suelos,  
 Tecnología del Concreto, Tecnología del  
 Asfalto, Geotécnica y Pavimentos  
 C.P. 173892

	<b>GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b>	<b>OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD</b>	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	SECTOR :	LABORATORIO
	<b>QCF-TC-01</b>	CODIGO:	01-19-TC-RC-001
DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F C=21 MPa, COMPARANDO EL MÉTODO DE CURADO ACELERADO Y CURADO NORMAL	FECHA :	01/08/2019
UBICACIÓN :	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.	GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
SOLICITANTE :	JACKSON B. HUAMÁN PINEDO, REYNER I. SANTIAGO MENDOZA	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
		ASISTENTE DE LAB :	CRIZA ROMERO ARODY


**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS**  
**METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**  
 A.S.T.M. C 39

PROBETA N°	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (Horas y minutos)	IDENTIFICACION	Carga Rotura Kg.	f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm <sup>2</sup>	Porcentaje Resistencia (%)	Promedio Porcentaje f <sub>c</sub>
1	26/06/19	27/06/19	36 Hrs. + 45 Min	CONCRETO SOMETIDO A 12.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	16132	210	10.20	197.42	94.01	91.52 %
2	26/06/19	27/06/19	36 Hrs. + 48 Min	CONCRETO SOMETIDO A 12.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	15117	210	10.05	190.57	90.75	
3	26/06/19	27/06/19	36 Hrs. + 50 Min	CONCRETO SOMETIDO A 12.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	14860	210	10.05	187.33	89.20	
4	26/06/19	27/06/19	36 Hrs. + 53 Min	CONCRETO SOMETIDO A 12.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	15179	210	10.08	190.21	90.58	
5	26/06/19	27/06/19	36 Hrs. + 55 Min	CONCRETO SOMETIDO A 12.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	15732	210	10.00	200.30	96.38	
6	26/06/19	27/06/19	36 Hrs. + 57 Min	CONCRETO SOMETIDO A 12.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	15997	210	10.15	197.70	94.15	
7	26/06/19	27/06/19	37 Hrs. + 00 Min	CONCRETO SOMETIDO A 12.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	14973	210	10.15	185.05	88.12	
8	26/06/19	27/06/19	37 Hrs. + 03 Min	CONCRETO SOMETIDO A 12.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	15897	210	10.12	197.64	94.11	
9	26/06/19	27/06/19	37 Hrs. + 06 Min	CONCRETO SOMETIDO A 12.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	15824	210	10.09	195.40	93.05	
10	26/06/19	27/06/19	37 Hrs. + 09 Min	CONCRETO SOMETIDO A 12.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	15251	210	10.20	186.64	88.87	
11	26/06/19	27/06/19	37 Hrs. + 12 Min	CONCRETO SOMETIDO A 12.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	14800	210	10.10	184.73	87.96	
12	26/06/19	27/06/19	37 Hrs. + 15 Min	CONCRETO SOMETIDO A 12.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	15327	210	10.05	193.21	92.01	

**OBSERVACIONES** LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE  
 EL PORCENTAJE DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LAS 37 HORAS ± 15 MINUTOS ES 91.52 % Fc, TRAS SER SOMETIDOS A 12.0 HORAS DE CURADO ACELERADO N.T.P. 339.213 (METODO B - AGUA HIRVIEN)

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RG - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

  
**LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN**  
 INGENIERO CIVIL  
 Especialista en Mecánica de Suelos  
 Tecnología del Concreto, Tecnología del  
 Asfalto, Geotecnia y Pavimentos  
 CIP: 173692

	<b>GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b>		<b>OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD</b>	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO
	QCF-TC-01		CODIGO:	01-19-TC-RC-001
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F' C=21 MPa, COMPARANDO EL MÉTODO DE CURADO ACELERADO Y CURADO NORMAL.		FECHA :	01/08/2019
UBICACIÓN :	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.		GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
SOLICITANTE :	JACKSON B. HUAMÁN PINEDO, REYNER I. SANTIAGO MENDOZA		TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
			ASISTENTE DE LAB :	DEZA ROMERO ARROY

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS**  
**METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**  
**A.S.T.M. C 39**

PROBETA N°	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (Horas y minutos)	IDENTIFICACION	Carga Rotura Kg.	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm <sup>2</sup>	Porcentaje Resistencia (%)	Promedio Porcentaje f'c
1	01/07/19	03/07/19	39 Hrs. + 45 Min	CONCRETO SOMETIDO A 15.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	14702	210	10.05	185.33	88.25	87.37 %
2	01/07/19	03/07/19	39 Hrs. + 47 Min	CONCRETO SOMETIDO A 15.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	13946	210	10.10	174.07	82.89	
3	01/07/19	03/07/19	39 Hrs. + 49 Min	CONCRETO SOMETIDO A 15.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	13483	210	10.10	168.29	80.14	
4	01/07/19	03/07/19	39 Hrs. + 51 Min	CONCRETO SOMETIDO A 15.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	13529	210	10.02	171.57	81.70	
5	01/07/19	03/07/19	39 Hrs. + 54 Min	CONCRETO SOMETIDO A 15.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	15115	210	10.08	189.41	90.19	
6	01/07/19	03/07/19	39 Hrs. + 57 Min	CONCRETO SOMETIDO A 15.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	14657	210	10.00	186.62	88.87	
7	01/07/19	03/07/19	40 Hrs. + 00 Min	CONCRETO SOMETIDO A 15.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	18188	210	10.00	206.11	98.15	
8	01/07/19	03/07/19	40 Hrs. + 03 Min	CONCRETO SOMETIDO A 15.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	15446	210	10.15	190.89	90.90	
9	01/07/19	03/07/19	40 Hrs. + 07 Min	CONCRETO SOMETIDO A 15.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	15047	210	10.08	188.55	89.79	
10	01/07/19	03/07/19	40 Hrs. + 10 Min	CONCRETO SOMETIDO A 15.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	14321	210	10.20	175.26	83.46	
11	01/07/19	03/07/19	40 Hrs. + 12 Min	CONCRETO SOMETIDO A 15.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	15366	210	10.06	193.32	92.06	
12	01/07/19	03/07/19	40 Hrs. + 15 Min	CONCRETO SOMETIDO A 15.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	13938	210	10.15	172.26	82.03	


**OBSERVACIONES** LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE  
 EL PORCENTAJE DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LAS 40 HORAS ± 15 MINUTOS ES 87.37 % Fc, TRAS SER SOMETIDOS A 15.0 HORAS DE CURADO ACELERADO N.T.P. 339.213 (METODO B - AGUA HIRVIENTE)

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados RO - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

**LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN**  
 INGENIERO CIVIL  
 Especialista en Mecánica de Suelos  
 Tecnología del Concreto, Tecnología del  
 Asfalto, Geotécnica y Pavimentos  
 CIP: 173842



	<b>GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b>	<b>OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD</b>	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	SECTOR :	LABORATORIO
	<b>QCF-TC-01</b>	CODIGO:	<b>01-19-TC-RC-001</b>
DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F' C=21 MPa, COMPARANDO EL MÉTODO DE CURADO ACELERADO Y CURADO NORMAL	FECHA :	01/08/2019
UBICACIÓN	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.	GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
SOLICITANTE :	JACKSON B. HUAMÁN PINEDO, REYNER I. SANTIAGO MENDOZA	TECNICO DE LAB :	JHONATAN HERRERA BARAHONA
		ASISTENTE DE LAB :	CIEZA ROMERO ARCOY

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
 METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO  
 A.S.T.M. C 39**

PROBETA N°	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (Hores y minutos)	IDENTIFICACION	Carga Rotura Kg.	f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm <sup>2</sup>	Porcentaje Resistencia (%)	Promedio Porcentaje f <sub>c</sub>
1	03/07/19	05/07/19	42 Hrs. + 45 Min	CONCRETO SOMETIDO A 18.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	14144	210	10.13	175.50	83.57	87.11 %
2	03/07/19	05/07/19	42 Hrs. + 48 Min	CONCRETO SOMETIDO A 18.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	13909	210	10.00	177.09	84.33	
3	03/07/19	05/07/19	42 Hrs. + 50 Min	CONCRETO SOMETIDO A 18.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	14296	210	10.08	179.15	85.31	
4	03/07/19	05/07/19	42 Hrs. + 53 Min	CONCRETO SOMETIDO A 18.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	14340	210	10.12	178.28	84.89	
5	03/07/19	05/07/19	42 Hrs. + 55 Min	CONCRETO SOMETIDO A 18.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	15226	210	10.05	191.94	91.40	
6	03/07/19	05/07/19	42 Hrs. + 58 Min	CONCRETO SOMETIDO A 18.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	15028	210	10.05	189.45	90.21	
7	03/07/19	05/07/19	43 Hrs. + 00 Min	CONCRETO SOMETIDO A 18.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	15221	210	10.15	188.11	89.58	
8	03/07/19	05/07/19	43 Hrs. + 03 Min	CONCRETO SOMETIDO A 18.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	14887	210	10.15	183.98	87.61	
9	03/07/19	05/07/19	43 Hrs. + 07 Min	CONCRETO SOMETIDO A 18.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	15054	210	10.20	184.23	87.73	
10	03/07/19	05/07/19	43 Hrs. + 10 Min	CONCRETO SOMETIDO A 18.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	14604	210	10.20	178.72	85.11	
11	03/07/19	05/07/19	43 Hrs. + 13 Min	CONCRETO SOMETIDO A 18.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	14877	210	10.15	183.87	87.56	
12	03/07/19	05/07/19	43 Hrs. + 15 Min	CONCRETO SOMETIDO A 18.0 HORAS DE CURADO ACELERADO	14818	210	10.10	184.95	88.07	

**OBSERVACIONES** LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE  
 EL PORCENTAJE DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LAS 43 HORAS ± 15 MINUTOS ES 87.11 % Pc. TRAS SER SOMETIDOS A 18.0 HORAS DE CURADO ACELERADO N.T.P. 339.213 (METODO B - AGUA HIRVIENTE)

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RG - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

  
**LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN**  
 INGENIERO CIVIL  
 Especialista en Mecánica de Suelos,  
 Tecnología del Concreto, Tecnología del  
 Asfalto, Geotecnia y Pavimentos  
 CIP: 123892

**ANEXO 5. CERTIFICADO  
DE CALIBRACION DE  
EQUIPOS**



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA  
RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF -41 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	015-2019	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p>
2. Solicitante	GEOCON VIAL INGENIEROS CONSULTORES EIRL	
3. Dirección	CAL CAPITAN PORCEL NRO 212 SEC SAN CAMILO - JAEN CAJAMARCA	
4. Equipo	PRESA DE CONCRETO	
Capacidad	2000 kN	
Marca	A y A INSTRUMENT	<p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
Modelo	STYE-2000	
Número de Serie	110304	
Clase	III	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Indicador	DIGITAL	
Marca	MC	
Modelo	LM-02	
Número de Serie	NO INDICA	
División de Escala / Resolución	0.1 kN	
5. Fecha de Calibración	2019-05-01	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-05-01

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



913028621 - 913028622  
913028623 - 913028624  
ventas@perutest.com.pe  
www.perutest.com.pe

Jr. La Madrid S/N Mz E lote 14 urb Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima  
SUCURSAL: Sinchi Roca 1320-la Victoria - Chiclayo



# Product Certification

## This is to Certify

That the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

**PRODUCT MANUFACTURE:** FORNEY, LLC

**PRODUCT ITEM NUMBER:** LA-0211-01

**MANUFACTURING SPECIFICATIONS:** ASTM C138 C143 C192 C231 C470  
AASHTO T23 T119 T121 T126 T152  
BS 1881:107  
EN 12350-6 1097-3

**PRODUCT DESCRIPTION:** CYL MOLD, 4 X 8 IN, PLASTIC.

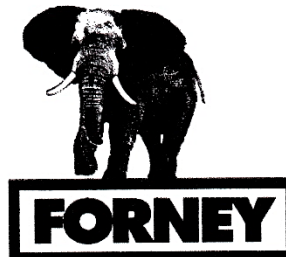
**MODELO:** MA4x8

**DATE:** 29/05/2019



FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s): which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING  
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148  
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408  
Email - sales@forneyonline.com

**ANEXO 6. RESULTADOS  
DE PRUEBA T-STUDENT  
EN SOFTWARE  
STATISTIX 8.0**



**Two-Sample T Tests for CINICIAL by METODO**

METODO	Mean	N	SD	SE
1	18.971	12	0.9141	0.2639
2	12.893	12	0.9218	0.2661
Difference	6.0775			

Null Hypothesis: difference = 0  
Alternative Hyp: difference <> 0

Assumption	T	DF	P	95% CI for Difference	
				Lower	Upper
Equal Variances	16.22	22	0.0000	5.3003	6.8547
Unequal Variances	16.22	22.0	0.0000	5.3003	6.8547

Test for Equality of Variances	F	DF	P
	1.02	11,11	0.4892

Cases Included 24      Missing Cases 0

**Two-Sample T Tests for CMAYOR by METODO**

METODO	Mean	N	SD	SE
1	36.916	12	1.7001	0.4908
2	21.252	12	0.7416	0.2141
Difference	15.664			

Null Hypothesis: difference = 0  
Alternative Hyp: difference <> 0

Assumption	T	DF	P	95% CI for Difference	
				Lower	Upper
Equal Variances	29.26	22	0.0000	14.554	16.775
Unequal Variances	29.26	15.0	0.0000	14.523	16.805

Test for Equality of Variances	F	DF	P
	5.26	11,11	0.0053

Cases Included 24      Missing Cases 0

**ANEXO 7. PLANO PARA  
TANQUE DE CURADO  
ACCELERADO**

