

Influence of spray curing on the compressive strength of concrete $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Marín Vigo Verner, Ing.¹  and Carranza Liza Mario Rene, Ing.² 

¹ Universidad Privada del Norte (UPN), Cajamarca- Perú, N00027536@upn.pe

² Universidad Privada del Norte (UPN), Cajamarca- Perú, mario.carranza@upn.edu.pe

The objective of this research was to determine the compressive strength of specimens cured by spraying 2, 3 and 5 times a day compared to specimens cured by immersion in water, quantifying the reduction of the compressive strength of concrete according to the number of times they were cured per day. Recording the data obtained in each of the tests of the aggregates and concrete specimens, in the protocols of the Universidad Privada del Norte, processing this information through tables and graphs. The results show that considering 100% the resistance achieved by the standard specimens in the tests at 7, 14, 21 and 28 days, determining that the specimens cured twice a day reached between 70.93% and 74.61%, the specimens cured three times a day reached between 79.97% and 81.77% and the specimens cured five times a day reached between 82.16% and 86.76%. Concluding that resistance decreases directly according to the number of times spray curing is performed, being close to 30% when curing twice a day.

Keywords – Concrete curing, resistance to compression, spraying, immersion.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

DO NOT REMOVE

Influencia del curado por aspersión en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Marín Vigo Verner, Ing.¹  and Carranza Liza Mario Rene, Ing.² 

¹ Universidad Privada del Norte (UPN), Cajamarca- Perú, N00027536@upn.pe

² Universidad Privada del Norte (UPN), Cajamarca- Perú, mario.carranza@upn.edu.pe

Resumen – La presente investigación tuvo como objetivo determinar la resistencia a la compresión de probetas curadas mediante aspersión 2, 3 y 5 veces al día comparada con probetas curadas por inmersión en agua, cuantificando la reducción de la resistencia a la compresión del concreto de acuerdo a la cantidad de veces que fueron curadas al día. Registrando los datos obtenidos en cada uno de los ensayos de los agregados y de las probetas de concreto, en los protocolos de la Universidad Privada del Norte, procesando dicha información a través de cuadros y gráficos. Los resultados muestran que considerando el 100% la resistencia alcanzada por las probetas patrón en los ensayos a los 7, 14, 21 y 28 días determinando que las probetas curadas dos veces al día alcanzaron entre el 70.93% y el 74.61%, las probetas curadas tres veces al día alcanzaron entre el 79.97% y el 81.77% y las probetas curadas cinco veces al día alcanzaron entre el 82.16% y el 86.76%. Concluyendo que la resistencia disminuye de manera directa según la cantidad de veces que se realiza el curado por aspersión, siendo cercana al 30% al curar dos veces al día.

Palabras Clave – Curado de concreto, resistencia a la compresión, aspersión, inmersión.

I. INTRODUCCIÓN

La construcción es una industria que año tras año se ha convertido en una de las más importantes del mundo, dicha importancia ha permitido el desarrollo de tecnología, normalizando cada vez más el uso del concreto en obras de ingeniería por sus propiedades físicas como trabajabilidad, durabilidad y fácil manejo; que combinado con el acero mejora su baja resistencia a la tracción, contribuyendo al buen comportamiento antisísmico de las estructuras que conforma como en cimentaciones, edificaciones, túneles, carreteras, presas, entre otras obras de construcción.[1]

Todas estas características del concreto han permitido que sea el material de construcción más usado en la región; sin embargo, en el Perú alrededor del 80% de las viviendas son producto de la autoconstrucción, generando aproximadamente 30 000 viviendas al año sin ningún tipo de supervisión técnica [2] en todo el proceso de construcción lo cual representa un problema por la presencia de patologías producto del uso de materiales y técnicas inadecuadas en la elaboración del concreto confiando más en la experiencia del maestro que en pruebas de la resistencia alcanzada con pruebas de compresión de probetas elaboradas en obra.[3]

El curado del concreto es un técnica muy importante para el correcto endurecimiento del concreto luego de haber

fraguado, controla y mantiene la humedad contribuyendo al desarrollo de las propiedades para las cuales fue diseñada la mezcla, cuando se realiza de manera correcta evita agrietamiento, contribuye para alcanzar la resistencia de diseño y aumenta la vida útil del concreto [4], sin embargo si no se realiza correctamente y con la debida frecuencia puede generar daños a la estructura que a largo plazo ocasionan daños materiales y sobre costos en reparaciones.

El concreto es un material conformado por un producto pastoso y moldeable con la propiedad de endurecer con el tiempo, y la otra son trozos pétreos. La pasta se conforma con un producto aglomerante que es el cemento que al agregarle agua reacciona químicamente para su endurecimiento.[5]

En la relación agua/cemento, la importancia del agua resulta de gran magnitud, ya que dicha relación está altamente ligada a varias propiedades del producto que se obtendrá, en donde usualmente mientras más agua se adicione, aumenta la fluidez de la mezcla, por lo tanto, su trabajabilidad y plasticidad; lo cual presenta grandes beneficios para la mano de obra; pero disminuye la resistencia debido al mayor volumen de espacios creados por el agua libre. [6]

Existen diversos materiales, métodos y procedimientos para el curado del concreto, con el objetivo de mantener un contenido de humedad satisfactorio y la temperatura para que desarrolle las propiedades deseadas.

a) La continua o frecuente aplicación de agua por anegamiento, aspersión, vapor o materiales saturados que cubran al concreto, como carpetas de yute o algodón, alfombras, tierra, arena, aserrín, paja o heno.

b) Mediante el empleo de materiales tales como hojas de plástico o de papel impermeable, o bien mediante la aplicación de compuestos de curado formadores de membrana sobre el concreto recién vaciado. [7]

La presente investigación se justifica en que la autoconstrucción se ha vuelto un problema nacional, siendo importante la indagación sobre la influencia de la cantidad de veces que se realiza el curado de los elementos de concreto al día en su resistencia a la compresión. En tal sentido esta investigación contribuye brindando información referente a la reducción de la resistencia a la compresión y el peligro que esto representa en los elementos estructurales al no ser sometidos a un adecuado curado, esto aunado al nulo control de calidad en el proceso de la elaboración del concreto merman la calidad del concreto usado en la autoconstrucción. Con buenas prácticas se

puede obtener mejores resultados en las propiedades del concreto que brinden seguridad y confianza.

Esta investigación pretende analizar la resistencia a la compresión alcanzada por las probetas de concreto ensayadas a los 7, 14, 21, 28 días, sometidas a curado por aspersión 2, 3 y 5 veces al día y probetas patrón curadas por inmersión en agua.

Se planteó como la siguiente pregunta de investigación ¿Cuál es la influencia del curado por aspersión en la resistencia del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$? Teniendo el objetivo de “determinar la influencia del curado por aspersión 2, 3 y 5 veces al día en la resistencia del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ” y considerando como hipótesis que “la resistencia a la compresión del concreto disminuye de forma directa a menos veces se realiza el curado por aspersión hasta en un 25% respecto a la muestra patrón”.

En el desarrollo de la investigación se tomaron en cuenta antecedentes referentes al tema, desarrollados en otras universidades para poder realizar un contraste.

En el artículo [8], se buscó determinar la resistencia a la compresión del concreto con 3 métodos de curado, hidratación continua, cubiertas húmedas y láminas de polietileno, se realizó el curado 3 veces al día las cuales fueron ensayas a los 7, 14 y 28 días y se obtuvo un resultado de 19.15 MPa, 20.84 MPa y 22.31 MPa respectivamente, sin embargo, las muestras no fueron expuestas a condiciones climáticas y tampoco se elaboró una muestra patrón en curado por saturación.

En la tesis [9] se muestra la variación de la resistencia a la compresión de las probetas elaboradas para su estudio, separándolas en dos grupos, el primero dejando las probetas a la intemperie obteniendo resistencias promedio de 3.22 MPa, 4.79 MPa, 5.32MPa y 7.28MPa las cuales fueron ensayadas a los 3, 12, 16 y 28 días respectivamente y el segundo sumergiéndolas en una pileta llena de agua obteniendo resistencias promedio de 2.89 MPa, 5.78 MPa, 6.14MPa y 8.52MPa las cuales fueron ensayadas a los 3, 12, 16 y 28 días respectivamente, el estudio se realizó en temporada de lluvia, lo cual aumenta la resistencia del concreto expuesto a la intemperie, el cual muestra una reducción promedio alrededor del 20% excepto en el ensayo a los 3 días en la cual supera en un 10% a las probetas sumergidas en la pileta.

Con el objetivo de determinar la resistencia a la compresión de las probetas elaboradas [10], realizando curado en obra y en laboratorio obteniendo una resistencia de: 337.57 kg/cm^2 , 389.85 kg/cm^2 y 459.32 kg/cm^2 a los 7, 14 y 28 días con probetas sumergidas en agua; 253.05 kg/cm^2 , 345.41 kg/cm^2 y 398.39 kg/cm^2 a los 7, 14 y 28 días con probetas rociadas hasta 10 veces al día según el clima; 198.28 kg/cm^2 , 250.48 kg/cm^2 y 299.14 kg/cm^2 a los 7, 14 y 28 días con probetas sin curar y expuestas al medio ambiente, se puede notar la disminución de la resistencia alcanzada tanto en el curado por rociado y en exposición al medio ambiente.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño de investigación, es de enfoque cuantitativo, porque se obtendrá valores numéricos al analizar las propiedades de resistencia a la compresión del concreto (f_c). Además, posee un diseño experimental que manipula la variable de las veces al día que se curaron las probetas para realizar la comparación con las probetas curadas en inmersión.

La población y muestra están definidas por 80 probetas de concreto ensayadas a los 7, 14, 21 y 28 días, 20 probetas patrón curadas por inmersión en agua, 20 probetas curadas por aspersión 2 veces al día, 20 probetas curadas por aspersión 3 veces al día, 20 probetas curadas por aspersión 5 veces al día.

TABLA 1
MUESTRA DE PROBETAS CILÍNDRICAS ENSAYADAS A LOS 7,14,21, 28 DÍAS CURADAS POR ASPERSIÓN 2, 3 Y 5 VECES AL DÍA Y PROBETAS PATRÓN EN INMERSIÓN EN AGUA.

Curado	7 días	14 días	21 días	28 días
Sumergido hasta el ensayo	5	5	5	5
2 veces al día	5	5	5	5
3 veces al día	5	5	5	5
5 veces al día	5	5	5	5
Total de probetas	80			

La técnica de recolección de datos de la investigación es la observación directa tanto en el proceso de ensayos de los agregados y como de la resistencia a compresión de las probetas patrón y las probetas curadas 2, 3 y 5 veces al día los instrumentos utilizados fueron protocolos facilitados por el personal del laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte (UPN) así como la validación de los datos consignados en los mismos los cuales son: contenido de humedad de los agregados (fino y grueso), análisis granulométrico de los agregados (fino y grueso), peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso), peso específico (saturado) y absorción del agregado grueso, gravedad específica (saturado) y absorción del agregado fino, abrasión por impacto en la máquina Los Ángeles, asentamiento del concreto en estado fresco (slump), resistencia a la compresión de testigos cilíndricos, los cuales están basados en las normas ASTM, Normas Técnicas Peruanas (NTP) y del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) recolectando esta información en Hojas de Cálculo para su procesamiento.

Materiales utilizados: El agregado tanto fino como grueso fueron extraídos de la cantera La Linea; arena gruesa y piedra chancada (3/4”) y el cemento utilizado es el Cemento Portland Tipo I Pacasmayo en sacos de 42.5 kg a través de una distribuidora autorizada. El diseño de mezcla se realizó con el método ACI para una resistencia a la de compresión de 210 kg/cm^2 , debido a que es la más común aplicada en viviendas.

El registro de los datos obtenidos en los ensayos de los materiales y del concreto se realizó en los protocolos de ensayos de la Universidad Privada del Norte, llenando las tablas presentes en dichos protocolos y siguiendo los procedimientos descritos en los mismos los cuales están basados en las normas técnicas NTP, Manual de Ensayos de Materiales y AASHTO, para luego realizar su procesamiento y análisis.

Para los agregados tanto finos como piedra chancada TMN 3/4" se utilizó la cantera La Linea. Se transportaron todos los materiales a utilizar al laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte. Se realizaron los ensayos al agregado obteniendo los datos necesarios para determinar la proporción de cada uno de los materiales en el diseño de mezcla. Se realizó el diseño de mezcla y se procedió a elaborar el concreto en la mezcladora de concreto, luego se verificó el asentamiento de la mezcla con el cono de Abrams y se procedió a llenar los moldes de 15x30cm de las probetas de concreto, previamente lubricados. Se desmoldaron las probetas de concreto y se colocaron 12 a curar por inmersión en agua y 36 a la intemperie, procediendo a curar diariamente en grupos de 12, el primer grupo 2 veces al día, el segundo 3 veces al día y el tercero 5 veces al día. Se ensayaron las probetas de cada uno de los cuatro grupos cada 7, 14, 21 y 28 días determinando la resistencia alcanzada en dicho periodo de tiempo. Se procesaron los datos registrados en cada uno de los protocolos con el uso de Hojas de Cálculo, elaborando tablas y gráficos comparativos con los resultados, sintetizándolos y organizándolos en el capítulo Resultados.

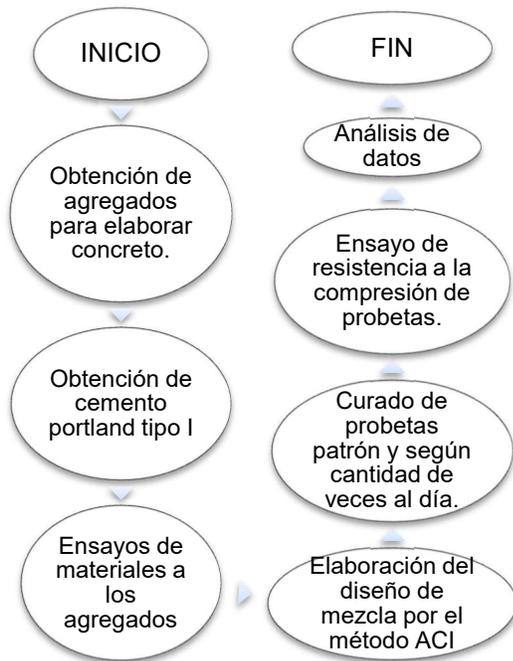


Figura 1. Proceso del desarrollo de la investigación.

III. RESULTADOS

En la tabla 2 se puede observar los resultados de los ensayos realizados para el agregado fino.

TABLA 2.
ENSAYOS AGREGADO FINO.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO FINO
Módulo de finura		3.06
Peso unitario suelto	kg/m ³	1796.42
Peso unitario compactado	kg/m ³	1929.75
Peso específico aparente seco	gr/cm ³	2.61
Peso específico aparente SSS	gr/cm ³	2.64
Peso específico nominal seco	gr/cm ³	2.68
Absorción	%	1.01
Contenido de humedad	%	0.68

Fuente: Trabajo de campo

En la tabla 3 se puede observar los resultados de los ensayos realizados para el agregado grueso.

TABLA 3.
ENSAYOS AGREGADO GRUESO.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO GRUESO TMN 3/4"
Peso unitario suelto	kg/m ³	1423.66
Peso unitario compactado	kg/m ³	1508.24
Peso específico aparente seco	gr/cm ³	2.52
Peso específico aparente SSS	gr/cm ³	2.57
Peso específico nominal seco	gr/cm ³	2.65
Absorción	%	1.95
Contenido de humedad	%	0.61

Fuente: Trabajo de campo

En el diseño de mezclas por el método ACI se obtuvo que para un metro cúbico de concreto se necesitan 364.10 kg de cemento, 802.30 kg de agregado fino, 901.36 kg de agregado grueso y 216.35 l de agua y una proporción C:AF:AG:A (l/saco) de 1 : 2.2 : 2.48 : 25.25 l/saco.

Se presentan los resultados referentes a la resistencia a la compresión obtenida de los testigos cilíndricos ensayados a los 7, 14, 21 y 28 días curados 2, 3 y 5 veces al día.

Se considera un rango aceptable definido por el coeficiente de variación de 7.8% para testigos cilíndricos de 150 mm x 300 mm en ensayos de laboratorio según lo establecido en la NTP 339.034, a continuación, se presenta la resistencia a compresión de las probetas de concreto, su promedio y su coeficiente de variación.

Resistencia a la compresión (kg/cm²)

TABLA 4.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE PROBETAS CURADAS POR ASPERSIÓN 2 VECES AL DÍA.

ID Probeta	7 DÍAS	14 DÍAS	21 DÍAS	28 DÍAS
E1	207.12	275.27	299.58	314.88
E2	197.09	252.81	272.62	337.65
E3	210.39	241.96	301.59	325.15
E4	223.96	250.88	298.60	323.50
E5	199.97	268.81	278.34	279.47
PROMEDIO	207.71	257.95	290.14	316.13
VARIACIÓN	5.07	5.31	4.68	6.97

Fuente: Trabajo de campo



Figura 2. Resistencia promedio alcanzada por probetas curadas dos veces al día.

TABLA 5.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE PROBETAS CURADAS POR ASPERSIÓN 3 VECES AL DÍA.

ID Probeta	7 DÍAS	14 DÍAS	21 DÍAS	28 DÍAS
E1	236.05	274.49	335.57	360.25
E2	216.09	291.48	320.30	352.75
E3	250.92	287.20	308.77	303.95
E4	221.42	289.46	296.55	356.01
E5	221.57	318.51	320.88	337.39
PROMEDIO	229.21	292.23	316.41	342.07
VARIACIÓN	6.21	5.51	4.62	6.72

Fuente: Trabajo de campo

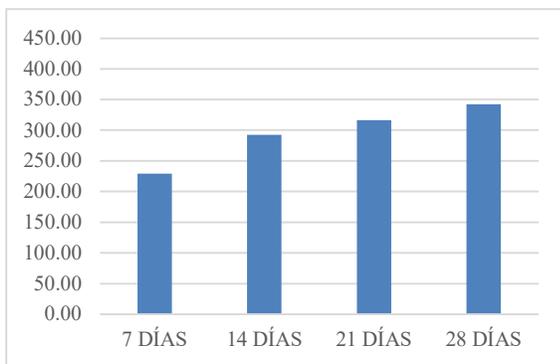


Figura 3. Resistencia promedio alcanzada por probetas curadas tres veces al día.

TABLA 6.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE PROBETAS CURADAS POR ASPERSIÓN 5 VECES AL DÍA.

ID Probeta	7 DÍAS	14 DÍAS	21 DÍAS	28 DÍAS
E1	224.72	342.20	289.87	347.38
E2	235.23	303.75	322.27	368.89
E3	252.82	287.90	342.01	362.44
E4	239.62	299.23	343.73	360.34
E5	250.88	311.27	327.41	399.15
PROMEDIO	240.65	308.87	325.06	367.64
VARIACIÓN	4.81	6.63	6.68	5.24

Fuente: Trabajo de campo

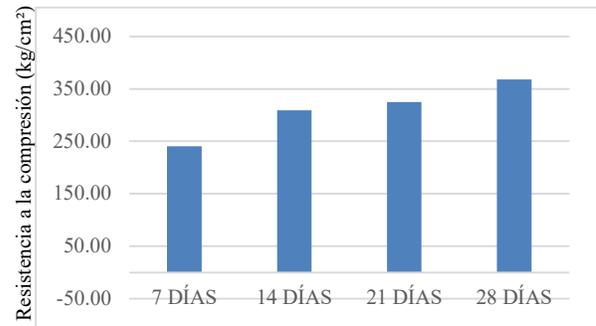


Figura 4. Resistencia promedio alcanzada por probetas curadas cinco veces al día.

TABLA 7.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE PROBETAS PATRÓN CURADAS POR INMERSIÓN EN AGUA.

ID Probeta	7 DÍAS	14 DÍAS	21 DÍAS	28 DÍAS
E1	260.61	359.68	372.23	418.06
E2	299.02	357.21	414.03	446.84
E3	291.19	383.35	360.30	422.48
E4	271.72	360.73	423.45	401.65
E5	278.99	357.32	408.30	429.62
PROMEDIO	280.31	363.66	395.66	423.73
VARIACIÓN	5.45	3.06	7.00	3.90

Fuente: Trabajo de campo

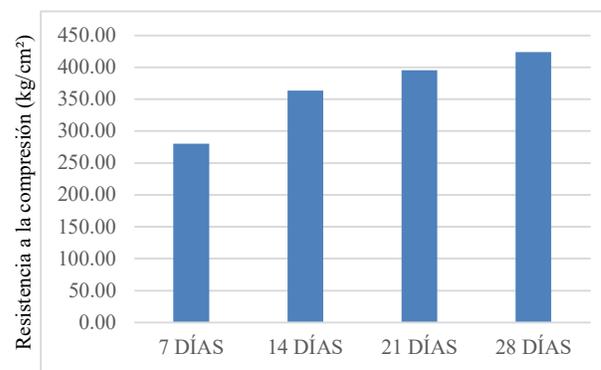


Figura 5. Resistencia promedio alcanzada por probetas patrón curadas por inmersión en agua.

A continuación, se muestra la resistencia promedio de los testigos de concreto obtenida según el número de veces que fueron curadas al día, así como la muestra patrón sometida a inmersión en agua hasta el momento del ensayo en la figura 2.

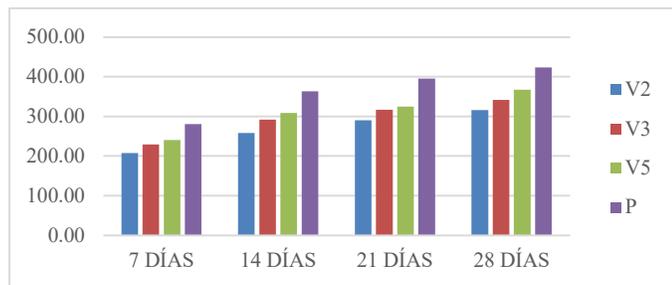


Figura 6. Resistencia a la compresión promedio de probetas ensayadas a los 7, 14, 21 y 28 días en kg/cm².

Se muestra la disminución porcentual de la resistencia promedio de los testigos de concreto obtenida según el número de veces que fueron curadas al día considerando el 100% la resistencia obtenida por las probetas patrón curadas por inmersión en agua en la figura 3.

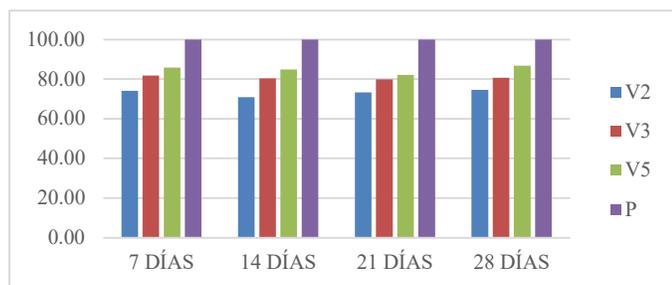


Figura 7. Resistencia porcentual de testigos cilíndricos con respecto a las probetas patrón.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La principal limitante de la investigación es la cantidad de posibles combinaciones de veces de curado que definan con muestras el estado más óptimo para alcanzar un equilibrio entre las veces de curado al día y el tiempo asignado a esta actividad, así mismo los resultados obtenidos no se pueden generalizar a todo el país ya que las condiciones climáticas de cada región influyen en la pérdida de humedad del concreto en las construcciones.

Loya [10] en su investigación obtiene un reducción de la resistencia del 25.04%, 11.4% y 13.27% a los 7, 14 y 28 días respectivamente al curar las probetas hasta 10 veces al día según el clima y una reducción del 41.26%, 35.75% y 34.87% en las probetas sin curar; considerando para el porcentaje de reducción como el 100% la resistencia alcanzada por las probetas patrón curadas por inmersión en laboratorio, mostrando una reducción de la resistencia similar a la obtenida al curar 5 veces al día como se muestra en la figura 3, también muestra una reducción considerable de hasta el 41.26% al no someter a las probetas a ningún tipo de curado. Así mismo,

todos los antecedentes muestran que la reducción de la resistencia es directamente proporcional a las veces de curado a las que han sido sometidas.

En la presente investigación se obtuvo que el incremento porcentual de la resistencia en todos los casos analizados es similar, alrededor del 60% considerando el 100% de la resistencia la alcanzada a los 28 días, con lo que se infiere que el tramo más importante del curado son los primeros 7 días.

Se determinó la resistencia a la compresión de las probetas curadas por aspersión 2, 3 y 5 veces al día, así como la de las probetas curadas por inmersión en agua ensayadas a los 7, 14, 21 y 28 días.

Las probetas curadas dos veces al día alcanzaron entre el 70.93% y el 74.61%, las probetas curadas tres veces al día alcanzaron entre el 79.97% y el 81.77% y las probetas curadas cinco veces al día alcanzaron entre el 82.16% y el 86.76%, de las probetas patrón; demostrándose el riesgo de una reducción de la resistencia a la compresión de casi un 30% lo cual aunado a las deficiencias en la elaboración del concreto para viviendas y la falta de control en el factor agua cemento en la autoconstrucción representa un riesgo alto.

Se determinó que al curar las probetas por aspersión dos veces al día la resistencia se reduce entre un 25.39% y 29.07%, al curarlas 3 veces al día se reduce entre un 18.23% y 20.03% y al curar 5 veces al día la resistencia se reduce entre 13.24% y 17.84% con respecto a las muestras patrón aceptándose la hipótesis ya que en el caso de las probetas curadas dos veces al día la reducción de la resistencia supera el 25%.

Se determinó una relación directa entre la cantidad de veces de curado por aspersión por día y la resistencia obtenida a los 7, 14, 21 y 28 días de los testigos cilíndricos en estudio, recomendando curar los primeros 7 días 5 veces al día y continuar los otros 21 días con el curado de 2 veces al día para obtener una mayor resistencia sin que el tiempo dedicado a esta actividad afecta al desarrollo de las demás actividades de obra de acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, recomendando desarrollar este proceso en futuras investigaciones.

La presente investigación tiene una implicancia directa en el conocimiento actual sobre la influencia del curado en la resistencia del concreto brindando información importante al ingeniero encargado de obra para definir la cantidad de veces que asigna al curado diario de los elementos de concreto considerando este tiempo en el cronograma de obra y así alcanzar los resultados previstos en el diseño, sin afectar el avance programado. Cumpliendo con la resistencia de diseño se brinda seguridad y confianza en el correcto comportamiento de las estructuras ante cargas de gravedad como a las condiciones consideradas en el diseño sismorresistente.

REFERENCIAS

- [1] Jaimes, D., García, J. & Rondón, J. (2020). Importancia del concreto en el campo de la construcción. *Formación Estratégica*, 1(2).
- [2] Redacción Gestión (2017) ¿Cuántas viviendas son producto de la autoconstrucción y qué riesgos enfrentan?
- [3] Chalco, D. (2021). ¿Qué tan grave es el problema de la autoconstrucción en el país? Universidad Católica San Pablo obtenido de <https://ucsp.edu.pe/que-tan-grave-problema-autoconstruccion-pais/>
- [4] Martínez, G. (2020). Curado del concreto. Una actividad que, si la hacemos mal, puede comprometer todo nuestro proyecto. *Ingeniería y Construcción Colombia*. Obtenido de <https://www.ingenieriaconstruccioncolombia.com/curado-del-concreto/>
- [5] Porrero, J., Ramos, C., Grases, J. & Velazco, G. (2014). *Manual de concreto estructural*. (1.a ed.)
- [6] Guevara, G., Hidalgo, C., Pizarro, M., Rodríguez, I., Rojas, L. & Segura, G. (2011). Efecto de la variación agua/cemento en el concreto. *Tecnología en Marcha*, 25(2).
- [7] Abanto, F. (2009). *Tecnología del Concreto* (2.a ed.).
- [8] Zambrano, L., Álava, R., Ruiz, W. & Menéndez, E. (2022). Aplicación de métodos de curado y su influencia en la resistencia a la compresión del hormigón. *Redalyc*.
- [9] Ñahui, D. (2022). Evaluación de alternativas de curado para el concreto en Bogotá. Universidad Antonio Nariño.
- [10] Loya, L. (2017). Evaluación de la resistencia a la compresión del curado de concreto en obra y laboratorio, en el distrito de Yanacancha, Pasco – 2017. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- [11] ACI Committee 318. (2007). *Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-08)*
- [12] NTP 339.034. (2008). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas (3rd ed.). INDECOPI.
- [13] NTP 339.035. (2009). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland (3rd ed.). INDECOPI.
- [14] NTP 339.046 (2008). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto) (2rd ed.). INDECOPI.
- [15] NTP 339.127. (1998). SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (1rd ed.). INDECOPI.
- [16] NTP 400.012. (2001). AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global (2nd ed.). INDECOPI.
- [17] NTP 400.017. (2011). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados (3rd ed.). INDECOPI.
- [18] NTP 400.021. (2002). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso (2rd ed.). INDECOPI.
- [19] NTP 400.022. (2013). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad relativa (Peso específico) y absorción del agregado fino (3rd ed.). INDECOPI.
- [20] Solís, R., Moreno, E. & Serrano, C. (2013). *Influencia del tiempo de curado húmedo en la resistencia y durabilidad del concreto en clima tropical*. Concreto y Cemento. Investigación y Desarrollo
- [21] Porrero, J., Ramos, C., Grases, J. & Velazco, G. (2014). *Manual de concreto estructural*. (1.a ed.) SIDETUR.