

Modification of the compression strength of a structural concrete placed under water with various amounts of anti-washout additive

Abstract – The research consists of determining the modification of the compressive strength of a structural concrete placed underwater, with various amounts of anti-washout additive. The investigation was carried out by comparing a standard concrete of $f'c$ 280 kg/cm² dry cast, with the (3) designs that contain additive in 260 ml, 780 ml and 1300 ml per 100 kg weight of cement of anti-washout additive, placed underwater. To carry out the tests, cylindrical concrete specimens were made that were then tested in compression at ages of 7, 14 and 28 days; the unit weight of the concrete in the fresh state was also measured. The results obtained were that the higher the content of anti-washout additive, the modification of the compressive strength is greater, obtaining a decrease of 21.10%, 45.06% and 45.90% for the additions of 260 ml, 780 and 1300 ml per 100 kg of cement weight. respectively, while for the same dosages the unit weight of the concrete in the fresh state presents a decrease of 1.27%, 2.61% and 2.96% compared to the standard concrete.

Keywords: Compressive strength, structural concrete, placed underwater, anti-washout additive, unit weight, fresh concrete.

Modificación de la resistencia a compresión de un concreto estructural colocado bajo el agua con diversas cantidades de aditivo antideslave

Harlyn Jhóssender Irigoín Idrogo, Ing.¹; Miguel Angel, Mosqueira-Moreno Dr.²; Hermes Roberto Mosqueira Ramírez Dr.³;

¹ Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), Cajamarca, Perú. hirigoini14@unc.edu.pe

² Universidad Nacional de Cajamarca (UNC). Cajamarca, Perú. mmosqueira@unc.edu.pe

³ Universidad Nacional de Cajamarca (UNC). Cajamarca, Perú. hmosqueira@unc.edu.pe

Resumen– La investigación consiste en determinar la modificación de la resistencia a compresión de un concreto estructural colocado bajo el agua, con diversas cantidades de aditivo antideslave. La investigación se realizó comparando un concreto patrón de $f'c$ 280 kg/cm² vaciado en seco, con los (3) diseños que contienen aditivo en 260 ml, 780 ml y 1300 ml cada 100 kg de peso de cemento de aditivo antideslave, colocado bajo el agua. Para realizar las pruebas se elaboraron especímenes de concreto cilíndricos que luego fueron ensayados a la compresión a edades de 7, 14 y 28 días; también se midió el peso unitario del concreto en estado fresco. Los resultados obtenidos fueron que a mayor contenido de aditivo antideslave la modificación de la resistencia a compresión es mayor, obteniéndose una disminución del 21.10%, 45.06% y 45.90% para las adiciones de 260 ml, 780 y 1300ml cada 100 kg de peso de cemento respectivamente, mientras que para las mismas dosificaciones el peso unitario del concreto en estado fresco presenta un descenso de 1.27%, 2.61% y 2.96% respecto del concreto patrón.

Palabras clave: Resistencia a compresión, concreto estructural, colocado bajo el agua, aditivo antideslave, peso unitario, concreto fresco.

I. INTRODUCCIÓN

El presente artículo está basado en la tesis “Variación de la resistencia a compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm² para ser vaciado dentro del agua usando cemento portland tipo ms con diferentes porcentajes del aditivo anti-deslave MasterMastrix® UW 450” del repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca. [1]

La mencionada investigación determinó la modificación de la resistencia a compresión de un concreto estructural colocado dentro del agua al adicionar diversas cantidades de aditivo antideslave. [1]

El concreto vaciado bajo el agua ofrece soluciones en estructuras que están en contacto directo con el agua por su bajo lavado de finos (cemento), tiene la ventaja que no modifica el contenido de agua de la mezcla, posee una trabajabilidad elevada, también mitiga el impacto ambiental en las fuentes de agua producto de la contaminación con agua del

cemento, reduce la mano de obra al cambiar los métodos constructivos y el tiempo de ejecución al eliminar las actividades de drenaje para su colocación. [2]

El concreto antideslave es altamente cohesivo e hidrófobo lo que impide la penetración del agua en la mezcla, evitando de esta forma la pérdida de finos (cemento), por lo que es ideal para estructuras donde la colocación estará en contacto directo con agua [3]

Debido a que el concreto antideslave se encuentra en contacto directo con el agua se usó Cemento Tipo MS (MH), cemento de moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación, así mismo, se usaron agregados de procedencia de río, el porcentaje del agregado fino se encontraba entre el 45% y 55% tal como lo señala el ACI 304R, con un Slump de 6” a 9” [1]

La ciudad de Cajamarca se encuentra en un valle atravesado por varios ríos que hacen que la napa freática se encuentre superficialmente, además cuenta con aguas termales ricas en sulfatos, es por esto que el uso de Cemento Tipo MS (MH) en cimentaciones y estructuras que están en contacto directo con el agua es necesario por su resistencia a los sulfatos y a los agregados reactivos.

En respuesta a la diversidad de aditivos con las propiedades antideslave el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos en su normativa CRD-C 661-06, cuyas siglas significan Concrete Research and Development (Investigación y Desarrollo de Concreto), recomienda siempre seguir las indicaciones del fabricante contenido en sus hojas técnicas y comparar la resistencia con el concreto patrón a la edad de 28 días. Además de que puede existir retrasos en el tiempo de fraguado y el tiempo de mezclado puede ser superior a lo especificado en la norma ASTM C 192 [4]

La colocación del concreto patrón se realizó en seco según lo establecido en el ASTM C39, mientras que el concreto con aditivo antideslave se realizó dentro de una poza donde se encontraban los moldes cilíndricos totalmente sumergidos en agua y simulando la metodología tremie, los especímenes de concreto no fueron compactados ni vibrados. [1]

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

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

DO NOT REMOVE

Los aditivos antideslave al brindar la propiedad tixotrópica al concreto fresco ocasionan que la mezcla pierda trabajabilidad por lo que es recomendable adicionar aditivos plastificantes. [1]

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño de esta investigación es experimental ya que se manipulan las variables independientes: porcentaje de aditivo y tiempo de curado, para medir la variable dependiente: resistencia a la compresión del concreto; el método es cuantitativo ya que se mide con precisión las variables de la investigación; posee una finalidad aplicativa ya que soluciona problemas reales del concreto y sus aplicaciones en la ingeniería; finalmente es de tipo correlacional ya que relaciona las variables independientes y la variable dependiente a partir de las cuales se obtendrán datos reales que permitan el análisis con el fin de obtener conclusiones válidas.

I. Materiales

- Cemento Tipo MS (MH)
- Agregado grueso
- Agregado fino
- Aditivo antideslave
- Aditivo plastificante
- Agua

II. Diseños de estudio.

- Diseño 01: es el diseño patrón que son probetas de concreto estructural colocado en seco sin adición de aditivo antideslave.
- Diseño 02: es el diseño que son probetas de concreto estructural colocado bajo el agua con adición de aditivo antideslave de 260 ml por cada 100 kg de cemento.
- Diseño 03: es el diseño que son probetas de concreto estructural colocado bajo el agua con adición de aditivo antideslave de 780 ml por cada 100 kg de cemento.
- Diseño 04: es el diseño que son probetas de concreto estructural colocado bajo el agua con adición de aditivo antideslave de 1300 ml por cada 100 kg de cemento.

Los diseños de mezcla se realizaron con el método de módulo de fineza de combinación de agregados.

III. Muestra.

Para la elección de la muestra se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, decidiéndose trabajar con 6 probetas por edad y diseño a fin de tener una cantidad considerable de resultados que puedan ser contrastados entre sí.

TABLA 1

Número de especímenes de concreto para ensayos a compresión según edad y diseño.

Diseño	Cantidad por Edad		
	7 días	14 días	28 días
Diseño patrón	6	6	6
Diseño con 260 ml de aditivo cada 100 kg de cemento	6	6	6
Diseño con 780 ml de aditivo cada 100 kg de cemento	6	6	6
Diseño con 1300 ml de aditivo cada 100 kg de cemento	6	6	6
SUBTOTAL	24	24	24
TOTAL	72		

Fuente: "Variación de la resistencia a compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm² para ser vaciado dentro del agua usando cemento portland tipo MS con diferentes porcentajes del aditivo anti-deslave MasterMastrix® UW 450" del repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca [1]

IV. Técnicas e instrumentos de recopilación de información.

Para la recolección de datos de los agregados, diseños de mezcla y ensayos a compresión del concreto se utilizaron las siguientes normas técnicas:

- ACI Committee 304, Guía para dosificación, mezclado, transporte y colocación de concreto.
- CRD C661 Especificaciones de aditivos antideslave para el concreto.
- NTP 339.034: Ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
- NTP 339.046: Ensayo para determinar el peso unitario.
- NTP 339.183: Elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio.
- NTP 339.185: Contenido de humedad.
- NTP 400.012: Análisis granulométrico de agregados.
- NTP 400.017: Peso unitario de agregados.
- NTP 400.018: Partículas más finas que pasa por el tamiz N° 200.
- NTP 400.019: Abrasión de agregados gruesos en la máquina de Los Ángeles.
- NTP 400.022: Peso específico y absorción del agregado fino.

V. Técnicas de recopilación y análisis de información:

Se realizó el análisis estadístico de la desviación estándar y coeficiente de variación para analizar las medias de los cuatro diseños que son materia del presente estudio. El análisis de la información se realizó en Microsoft Excel en el cual se obtuvieron resultados estadísticos y gráficas que se contrastaron con la Guía para evaluación de resultados de ensayos de resistencia del concreto, en la cual se señala los valores estadísticos bajo los cuales se contrastarán los resultados para que estos sean válidos. [4]

La validez de los ensayos se los consideró teniendo en cuenta lo establecido en la normativa ACI 214-77 (2017), comparando las desviaciones estándares y coeficientes de variación de los resultados obtenidos, con los establecidos en la normativa.

TABLA 2

Estándares de la desviación estándar para el control del concreto para $f'c \leq 35$ MPa

Clase de operación	Desviación estándar para los diferentes estándares de control, (kg/cm ²)				
	Excelente	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
Tandas de ensayo de laboratorio	Menor a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	Mayor a 24.6

Fuente: ACI 214-77 (2017) [4]

TABLA 3

Estándares del coeficiente de variación para el control del concreto para $f'c \leq 35$ MPa

Clase de operación	Coeficiente de variación para los diferentes estándares de control, (kg/cm ²)				
	Excelente	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
Tandas de ensayo de laboratorio	Menor a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	Mayor a 5.0

Fuente: ACI 214-77 (2017) [4]

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados de la resistencia a compresión.

La resistencia de diseño de 280 Kg/cm² fue escogida ya que el ACI 318 y en la norma peruana NT E060 se señala que para un concreto estructural tenga baja permeabilidad cuando está en contacto con el agua y este sometido a una exposición moderada a sulfatos debe tener una resistencia mínima de 28 MPA, además Cajamarca se encuentra ubicada en una zona de alta sismicidad, según la NT E030 en zona sísmica 3, por lo que la resistencia compresión del concreto no debe ser menor a 21 MPA.

Cabe resaltar que si bien el $f'c$ de diseño es de 280 kg/cm² el $f'cr$ elegido según la NT E060 es de 280 kg/cm² + 90 kg/cm² que daría una resistencia de 370 kg/cm² y con este valor se realizaron los diseños de mezcla patrón y con las distintas cantidades de aditivo.

A continuación, se muestran los resultados que se obtuvieron en la investigación.

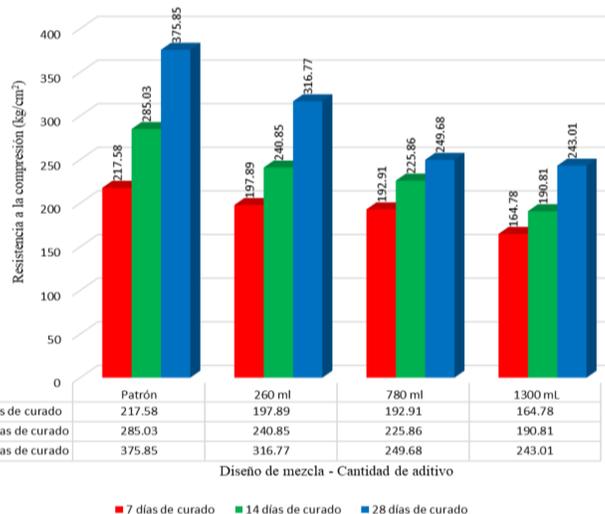


Figura 1. Resistencia a compresión del concreto a diferentes edades de curado, obtenida de “Variación de la resistencia a compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm² para ser vaciado dentro del agua usando cemento portland tipo ms con diferentes porcentajes del aditivo anti-deslave MasterMastrix® UW 450” del repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca. [1].

En la **figura 1** se puede evidenciar las distintas resistencias a compresión de los especímenes de concreto a diferentes edades para las diversas cantidades de aditivo antideslave.

Se aprecia que a mayor dosificación de aditivo la modificación de la resistencia disminuye, es así que para el concreto patrón a la edad de 7 días de curado se tiene una resistencia de 217.58 kg/cm², a los 14 días de curado una resistencia de 285.03 kg/cm² y a los 28 días de curado presenta una resistencia de 375.85 kg/cm².

Para el concreto con una dosificación de 260 ml por cada 100 kg de cemento a la edad de 7 días de curado se tiene una resistencia de 197.89 kg/cm², a los 14 días de curado una resistencia de 240.85 kg/cm² y a los 28 días de curado presenta una resistencia de 316.77 kg/cm².

Así mismo, el concreto con una dosificación de 780 ml por cada 100 kg de cemento a la edad de 7 días de curado se tiene una resistencia de 192.91 kg/cm², a los 14 días de curado una resistencia de 225.86 kg/cm² y a los 28 días de curado presenta una resistencia de 249.68 kg/cm².

De otra parte, el concreto con una dosificación de 1300 ml por cada 100 kg de cemento a la edad de 7 días de curado se tiene una resistencia de 164.78 kg/cm², a los 14 días de curado una resistencia de 190.81 kg/cm² y a los 28 días de curado presenta una resistencia de 243.01 kg/cm².

Se constata que a mayor dosificación de aditivos antideslave la resistencia alcanzada a las distintas edades de curado es menor.

3.2 Modificación de la resistencia a compresión.

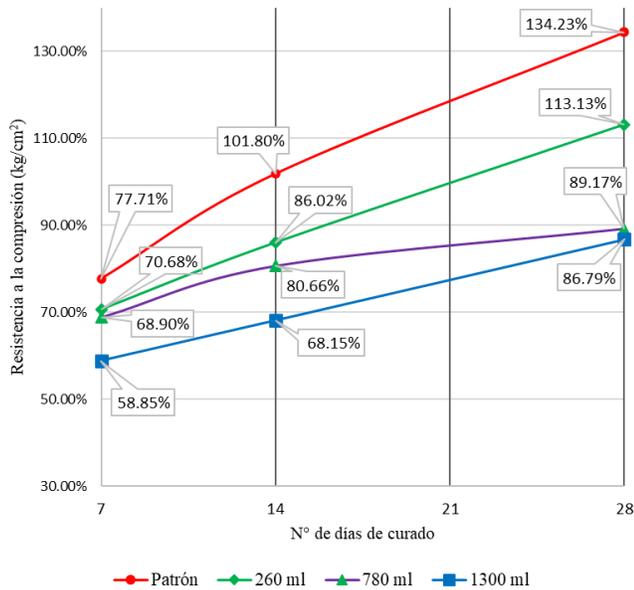


Figura 2. Modificación de la resistencia a compresión del concreto a diferentes edades de curado, obtenida de “Variación de la resistencia a compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm² para ser vaciado dentro del agua usando cemento portland tipo ms con diferentes porcentajes del aditivo anti-deslave MasterMastrix® UW 450” del repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca. [1].

En la **figura 2** se aprecia la modificación de la resistencia a compresión en porcentaje para los distintos diseños y distintas edades de curado que a continuación se detallan en las siguientes tablas.

TABLA 4

Modificación de la resistencia a compresión del diseño con la cantidad de aditivo de 260 ml por cada 100 kg de cemento, respecto del concreto patrón.

Edad de curado (días)	7	14	28
Resistencia a compresión diseño patrón (%)	77.71 %	101.80 %	134.23 %
Resistencia a compresión diseño 260 ml por cada 100 kg de cemento (%)	70.68 %	86.02 %	113.13 %
Modificación de la resistencia (%)	-7.03 %	-15.78 %	-21.10 %

Fuente: “Variación de la resistencia a compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm² para ser vaciado dentro del agua usando cemento portland tipo ms con diferentes porcentajes del aditivo anti-deslave MasterMastrix® UW 450” del repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca [1]

En la **tabla 4** y **figuras 1 y 2**, se muestra que el diseño de 260 ml por cada 100 kg de cemento presenta una disminución de la resistencia a compresión respecto del concreto patrón de -7.03% a los 7 días de curado, -15.78% a los 14 días de curado y -21.10% a los 28 días de curado. Es importante indicar que la muestra patrón fue vaciada en seco y las muestras con el aditivo antideslave fue colocado bajo el agua. A pesar de ello su resistencia alcanzada a los 28 días fue de 316.77 kg/cm²,

siendo su resistencia mayor a la especificada por el ACI 318 para obras en contacto con el agua de 28 MPA. Por lo que este concreto puede ser usado para obras de concreto que requieran vaciados bajo el agua.

TABLA 5

Modificación de la resistencia a compresión del diseño con la cantidad de aditivo de 780 ml por cada 100 kg de cemento, respecto del concreto patrón.

Edad de curado (días)	7	14	28
Resistencia a compresión diseño patrón (%)	77.71 %	101.80 %	134.23 %
Resistencia a compresión diseño 780 ml por cada 100 kg de cemento (%)	68.90%	80.66%	89.17%
Modificación de la resistencia (%)	-8.81%	-21.13%	-45.06%

Fuente: “Variación de la resistencia a compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm² para ser vaciado dentro del agua usando cemento portland tipo ms con diferentes porcentajes del aditivo anti-deslave MasterMastrix® UW 450” del repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca [1]

Podemos apreciar que en la **tabla 5** para el diseño de 780 ml por cada 100 kg de cemento existe una disminución de la resistencia a compresión respecto del concreto patrón de -8.81% a los 7 días de curado, -21.13% a los 14 días de curado y -45.06% a los 28 días de curado. A pesar de que el concreto es colocado bajo el agua su resistencia alcanzada a los 28 días fue de 249.68 kg/cm², siendo su resistencia mayor a la especificada por la NT E060 para concretos en zonas sísmicas de 21 MPA. Por lo que este concreto puede ser usado para obras de concreto que requieran vaciados bajo el agua, en estructuras ubicadas en zonas sísmicas.

TABLA 6

Modificación de la resistencia a compresión del diseño con la cantidad de aditivo de 1300 ml por cada 100 kg de cemento, respecto del concreto patrón.

Edad de curado (días)	7	14	28
Resistencia a compresión diseño patrón (%)	77.71 %	101.80 %	134.23 %
Resistencia a compresión diseño 1300 ml por cada 100 kg de cemento (%)	58.85%	68.15%	86.79%
Modificación de la resistencia (%)	-18.86%	-33.65%	-47.44%

Fuente: “Variación de la resistencia a compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm² para ser vaciado dentro del agua usando cemento portland tipo ms con diferentes porcentajes del aditivo anti-deslave MasterMastrix® UW 450” del repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca [1]

Al comparar los valores en la **tabla 6** y **figuras 1 y 2** se puede evidenciar una disminución de la resistencia del diseño de 1300 ml por cada 100 kg de cemento respecto del concreto patrón, siendo a los 7 días de curado -18.86%, a los 14 días de curado -33.65% y de -47.44% a los 28 días de curado. A pesar de que el concreto es colocado bajo el agua su resistencia alcanzada a los 28 días fue de 243.01 kg/cm², siendo su resistencia mayor a la especificada por la NT E060 para concretos en zonas sísmicas de 21 MPA. Por lo que este concreto puede ser usado para obras de concreto que requieran vaciados bajo el agua, en estructuras ubicadas en zonas sísmicas.

3.3 Análisis estadístico de la resistencia a compresión.

TABLA 7

Análisis estadístico de la resistencia a compresión del diseño patrón a diferentes edades.

Diseño	Patrón		
Edad de curado	7	14	28
Media	217.58	285.03	375.85
Rango muestral	2.72	12.67	18.96
Desviación estándar	1.11	4.80	7.27
Coefficiente de variación	0.51%	1.69%	1.93%

Fuente: “Variación de la resistencia a compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm² para ser vaciado dentro del agua usando cemento portland tipo ms con diferentes porcentajes del aditivo anti-deslave MasterMastrix® UW 450” del repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca [1]

TABLA 8

Análisis estadístico de la resistencia a compresión del del diseño con la cantidad de aditivo de 260 ml por cada 100 kg de cemento a diferentes edades.

Diseño	260 ml por cada 100 kg de cemento		
Edad de curado	7	14	28
Media	197.89	240.85	316.77
Rango muestral	11.73	9.60	14.30
Desviación estándar	4.70	4.48	5.76
Coefficiente de variación	2.37%	1.86%	1.82%

Fuente: “Variación de la resistencia a compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm² para ser vaciado dentro del agua usando cemento portland tipo ms con diferentes porcentajes del aditivo anti-deslave MasterMastrix® UW 450” del repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca [1]

TABLA 9

Análisis estadístico de la resistencia a compresión del del diseño con la cantidad de aditivo de 780 ml por cada 100 kg de cemento a diferentes edades.

Diseño	780 ml por cada 100 kg de cemento		
Edad de curado	7	14	28
Media	192.91	225.86	249.68
Rango muestral	11.72	6.32	6.67
Desviación estándar	4.20	2.63	2.66
Coefficiente de variación	2.18%	1.17%	1.07%

Fuente: “Variación de la resistencia a compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm² para ser vaciado dentro del agua usando cemento portland tipo ms con diferentes porcentajes del aditivo anti-deslave MasterMastrix® UW 450” del repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca [1]

TABLA 10

Análisis estadístico de la resistencia a compresión del del diseño con la cantidad de aditivo de 1300 ml por cada 100 kg de cemento a diferentes edades.

Diseño	1300 ml por cada 100 kg de cemento		
Edad de curado	7	14	28
Media	164.78	190.81	243.01
Rango muestral	5.39	12.61	14.94
Desviación estándar	2.12	5.69	6.23
Coefficiente de variación	1.29%	2.98%	2.56%

Fuente: “Variación de la resistencia a compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm² para ser vaciado dentro del agua usando cemento portland tipo ms con diferentes porcentajes del aditivo anti-deslave MasterMastrix® UW 450” del repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca [1]

Haciendo una comparación de las **tablas 7, 8, 9 y 10** con las **tablas 2 y 3** se puede apreciar que los valores de la desviación estándar y el coeficiente de variación están dentro de los estándares exigidos por la Guía para evaluación de resultados de ensayos de resistencia del concreto

3.4 Resultados del peso unitario del concreto fresco.

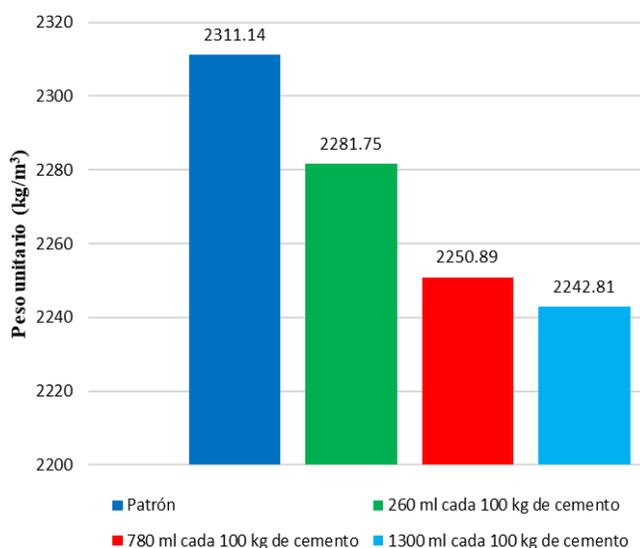


Figura 3. Modificación del peso unitario del concreto en estado fresco para los diferentes diseños con distintas cantidades de aditivo antideslave, obtenida de “Variación de la resistencia a compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm² para ser vaciado dentro del agua usando cemento portland tipo ms con diferentes porcentajes del aditivo anti-deslave MasterMastrix® UW 450” del repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca. [1].

De la **figura 3** podemos afirmar que a mayor cantidad de aditivo antideslave el peso unitario del concreto fresco es menor, teniendo los siguientes resultados: para el concreto patrón un peso unitario de 2311.14 kg/m³, para el diseño con 260 ml cada 100 kg de cemento un peso unitario de 2281.75 kg/m³, mientras que para el diseño de 780 ml cada 100 kg de

cemento un peso unitario de 2250.89 kg/m³ y finalmente para el diseño de 1300 ml cada 100 kg de cemento un peso unitario de 2242.81 kg/m³

TABLA 11

Modificación del peso unitario del concreto fresco para los distintos diseños con aditivo antideslave respecto del concreto patrón.

Descripción	Peso unitario kg/m ³	Porcentaje respecto concreto patrón	Modificación del peso unitario
Patrón	2311.14	100.00%	0.00%
260 ml por cada 100 kg de cemento	2281.75	98.73%	-1.27%
780 ml por cada 100 kg de cemento	2250.89	97.39%	-2.61%
1300 ml por cada 100 kg de cemento	2242.81	97.04%	-2.96%

Fuente: “Variación de la resistencia a compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm² para ser vaciado dentro del agua usando cemento portland tipo ms con diferentes porcentajes del aditivo anti-deslave MasterMatrix® UW 450” del repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca [1]

En la **tabla 11** se evidencia la modificación del peso unitario del concreto fresco para los diferentes diseños con distintos porcentajes de aditivo antideslave respecto del concreto patrón, siendo en todos los casos una modificación negativa, es así que para el diseño de 260 ml cada 100 kg de cemento la modificación es de -1.27%, mientras que para el diseño de 780 ml cada 100 kg de cemento es de -2.61% y finalmente para el diseño de 1300 ml cada 100 kg de cemento es de -2.96%.

IV. CONCLUSIONES

- A la edad de 28 días de curado se obtuvo una resistencia a la compresión para el diseño patrón colocado en seco de 375.85 kg/cm², y para los diseños colocado bajo el agua con adiciones de aditivo antideslave de 260 ml cada 100 kg de cemento una resistencia de 316.77 kg/cm², para el diseño con 780 ml de aditivo antideslave cada 100 kg de cemento una resistencia de 249.68 kg/cm² y finalmente para la adición de aditivo antideslave de 1300 ml cada 100 kg de cemento una resistencia de 243.01 kg/cm²; por lo que se concluye que la modificación de la resistencia se traduce en una disminución del 21.10%, 45.06% y 45.90% respecto al diseño patrón. Siendo la resistencia para todos los casos mayor a la mínima de 21 MPA que establece en el Perú la Norma Técnica E060 de concreto armado para zonas de alta sismicidad.
- De los ensayos a compresión de los diferentes diseños a distintas edades se concluye que a mayor dosificación de aditivo antideslave mayor es la modificación de la resistencia, siendo la mayor modificación para el diseño de 1300 ml cada 100 kg de cemento con una disminución

del 45.90% de la resistencia a compresión respecto del diseño patrón.

- El peso unitario del concreto fresco para el diseño patrón fue de 2311.14 kg/m³ y para los diseños de 260 ml, 780 ml y 1300 ml de aditivo antideslave cada 100 kg de cemento respectivamente fueron 2281.75 kg/m³, 2250.89 kg/m³ y 2242.81 kg/m³ lo que significa que existe una disminución de 1.27%, 2.61% y 2.96% respecto al diseño patrón.

REFERENCIAS

- [1] H. J Irigoín Idrogo, Variación de la resistencia a compresión de un concreto $f'c=280$ kg/cm² para ser vaciado dentro del agua usando cemento portland tipo ms con diferentes porcentajes del aditivo antideslave MasterMatrix® UW 450, Tesis de grado, Univ. Pub. UNC, 2021.
- [2] C. Zanelli and L. Fernández (2014) Concreto antideslave: retos de construcción bajo el agua. Revista Civilízate PUCP, no. 04, pp.21-23, junio 2014
- [3] J. Díaz and J. Soberón (2019) Concreto antideslave con incorporación de aditivos para vaciado en estructuras bajo nivel freático alto-distrito de Jaén, Tesis de grado, Univ. Pub. UNJ, 2019, pp.8.
- [4] CRD C661. (2006). Especificación de aditivos antilavado para hormigón.
- [5] ACI 214 RS-11. (2017). Guía para la evaluación de resultados de ensayos de resistencia del concreto.