

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.959>

## Hormigón fresco y su incidencia en sus propiedades físicas y mecánicas

### Fresh concrete and its impact on its physical and mechanical properties

**Edisson Xavier Salinas Villegas**

esalinas2137@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-9790-1010>

Universidad Técnica de Ambato

Ambato – Ecuador

**Adriana Marina Vélez Niacato**

avelez5115@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-1697-4785>

Universidad Técnica de Ambato

Ambato – Ecuador

**Segundo Manuel Espín Lagos**

sespin@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-8049-452X>

Universidad Técnica de Ambato

Ambato – Ecuador

**Diego Rafael Freire Romero**

dr.freire@uta.edu.ec

Harbert International Establishment S de RL

Ambato – Ecuador

Artículo recibido: 25 de julio de 2023. Aceptado para publicación: 09 de agosto de 2023.

Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

## Resumen

En materia de la construcción de edificaciones es de vital importancia la buena calidad de los materiales que conforman la estructura, es así que la fabricación de un hormigón de calidad permitirá que la obra materializada garantice seguridad y funcionalidad. El objetivo de esta investigación fue determinar las características del hormigón en estado fresco, las cuales son de trascendental importancia, ya que nos brindan conocimiento sobre la calidad y las propiedades físicas y mecánicas de éste. En base a una dosificación con aplicación del método empírico de densidad óptima se fabricó una probeta de hormigón simple para un requerimiento de resistencia de 180Kg/cm<sup>2</sup> conforme a lo establecido por la norma NTE INEN 1576, y se determinaron sus propiedades cualitativas como la consistencia aplicando la normativa NTE INEN 1578, la docilidad y homogeneidad de la mezcla, así como también las propiedades cuantitativas del hormigón como la relación agua-cemento, densidad y la resistencia a compresión a los 14 días de edad, con resultados de 0,6, 2,607Kg/dm<sup>3</sup> y 145Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, evidenciando que los resultados obtenidos son viables para el uso en obra.

*Palabras clave:* consistencia, densidad, docilidad, hormigón, resistencia

## Abstract

In terms of building construction, the good quality of the materials that make up the structure is of vital importance, so the manufacture of quality concrete will allow the materialized work to guarantee safety and functionality. The objective of this research was to determine the characteristics of concrete in its fresh state, which are of transcendental importance, since they provide us with knowledge about its quality and its physical and mechanical properties. Based on a dosage with application of the empirical method of optimal density, a simple concrete specimen was manufactured for a resistance requirement of 180Kg/cm<sup>2</sup> in accordance with the provisions of the NTE INEN 1576 standard, and its qualitative properties such as consistency were determined by applying the NTE INEN 1578 standard, the docility and homogeneity of the mix, as well as the quantitative properties of the concrete such as the water-cement ratio, density and compressive strength at 14 days of age, with results of 0.6, 2.607 Kg/dm<sup>3</sup> and 145Kg/cm<sup>2</sup> respectively, evidencing that the results obtained are viable for use on site.

*Keywords:* consistency, density, docility, concrete, resistance

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons . 

Como citar: Salinas Villegas, E. X., Vélez Niacato, A. M., Espín Lagos, S. M., Freire Romero, D. R. (2023). Hormigón fresco y su incidencia en sus propiedades físicas y mecánicas. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 4(2), 5098–5110.  
<https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.959>

## INTRODUCCIÓN

El material granular representa el mayor volumen en la mezcla utilizada para fabricar concreto, y sus propiedades físicas y mecánicas juegan un papel muy importante en él. Este material granular puede provenir de la destrucción de formaciones rocosas naturales o cantos rodados, fragmentos selectivos de piedra natural, prismática o redonda, o material artificial (Sánchez, J. 2013).

El cemento Portland es un material que consiste en minerales finamente divididos. Su composición está conformada principalmente por silicato de aluminio y silicato de calcio, que al agregar agua al cemento se obtiene una masa que se endurece y logra una resistencia muy alta (Chiluisa, J. 2014).

La primera referencia moderna al uso del hormigón se remonta a 1760, cuando John Smeaton en Inglaterra, mientras diseñaba el faro de Eddystone, descubrió que se fabricaba un aglomerante hidráulico impermeable a partir de una mezcla de caliza calcinada y arcilla (SINC, 2016). En 1824, el inglés Joseph Aspdin inventó el cemento Portland calcinado, que es una mezcla fina de piedra caliza y arcilla previamente trituradas. El 21 de octubre de 1824 se le otorgó una patente; A Joseph se le atribuye la invención del cemento Portland, aunque el método de su fabricación se mantuvo en secreto y se usó solo para la producción de ladrillos que imitan la piedra. El nombre "cemento Portland" proviene del color de la piedra caliza arcillosa natural de las canteras existentes en la península de Portland en el sur de Inglaterra (Espinal, R. 2016).

El hormigón es una piedra artificial creada a partir de la mezcla de cuatro componentes principales (cemento, agua, arena y grava) en las proporciones adecuadas. Sin embargo, presenta más ventajas que la piedra natural, y se compone de una pasta o matriz (agua, cemento) en un volumen del 25%, filler (grava, arena) en un 75% y aire en un volumen del 1 al 3%. Desde el momento en que lo amasamos, el hormigón se considera fresco hasta que el cemento comienza a endurecerse y la mezcla pierde su plasticidad. El aire arrastrado (ocluido), que está naturalmente presente en el concreto, es un aspecto de la investigación en la preparación de mezclas que pueden afectar la calidad y resistencia del concreto (Medina, p. 2006).

La característica estructural más importante del hormigón es que resiste muy bien los esfuerzos de compresión, pero resiste muy poco los esfuerzos de tracción, flexión y cortante. Por esta razón, a menudo se usa en combinación con el acero como refuerzo para que soporte esfuerzos cuando el hormigón no funciona correctamente (Rochel Awad, 2007).

Desde un punto de vista práctico, el hormigón tiene dos estados principales: un estado fresco o plástico, que persiste durante todo el período de transporte e instalación y en el que puede manipularse para encajar en el encofrado, y un estado endurecido, en el que alcanza tal rigidez que no puede manipularse sin fisuras visibles y se convierte en un elemento sólido que va adquiriendo resistencia a medida que aumenta el tiempo de fraguado. El hormigón fresco es una masa heterogénea de fases sólida, líquida y gaseosa, que se distribuyen en proporciones iguales con una buena mezcla. Esto exhibe propiedades importantes tales como flexibilidad, trabajabilidad, consistencia y uniformidad. La docilidad depende de varios factores tales como la cantidad de cemento, agregados y finura. Cuanto mayor sea el hormigón, mayor será la calidad del hormigón. La cantidad de agua sirve para dar al hormigón una mejor trabajabilidad. Cuanta más agua, mayor es la plasticidad del hormigón, sin embargo, la resistencia y durabilidad del hormigón se reducen al ser menos compacto. Después del vertido, el hormigón pasa de un estado fresco a un estado endurecido, perdiendo gradualmente humedad y ganando dureza. A medida que el hormigón pasa por este proceso gradual de endurecimiento, cambia de un material

dúctil a un material sólido a través de un largo y complejo proceso físico y químico llamado fraguado. (Hm, V., 2014).

Para la mezcla de concreto, el agua debe estar libre de aceites, álcalis, ácidos, sustancias orgánicas y sales, el agua potable cumple con todos los requisitos. Se puede utilizar agua industrial si no contiene los componentes anteriores. Las funciones principales del agua en el concreto son proporcionar hidratación al cemento y mejorar la trabajabilidad del concreto (Harsem, T. 2002).

El concreto fresco exhibe propiedades plásticas cuando se agrega agua a la mezcla. Una trabajabilidad suficiente asegura una mezcla adecuada y evita problemas en el sitio. Las principales características del hormigón fresco:

### **Consistencia**

La propiedad del concreto en una fase mixta para resistir la deformación bajo su propio peso. Esta consistencia se mide mediante una prueba que utiliza un cono de Abrams, un instrumento que ayuda a determinar la retracción del hormigón fresco (Diccionario de la Construcción, 2011).

### **Trabajabilidad**

La trabajabilidad es la capacidad del concreto para ser mezclado, procesado y transportado a su destino sin pérdida de uniformidad. Depende principalmente de su naturaleza anterior y de los materiales utilizados. Dependiendo del lugar de uso, la mezcla se denomina trabajable. (Ingeniería Civil, 2011).

### **Uniformidad**

La uniformidad es la condición del hormigón en la que todos sus componentes se distribuyen de manera uniforme por toda la mezcla de forma que cualquier toma de muestra de diferentes partes sean prácticamente iguales, esta propiedad se consigue con un amasado apropiado y se puede mantener con un transporte y colocación adecuado (Notas de Hormigón Armado, 2011).

### **Segregación**

La segregación implica la distribución de los elementos que componen el hormigón. Esta distribución puede darse de varias formas: la primera se debe a la separación entre los áridos finos y gruesos, ya que estos últimos se acumulan en el fondo de la mezcla, y la segunda se debe a la separación de la pasta de cemento y los áridos por exceso de humedad. Las razones de su aparición en el campo son la mala distribución del tamaño de las partículas, la mala proporción en la mezcla. Además, este fenómeno en el concreto puede ser causado por un manejo inadecuado, una colocación incorrecta, una mala mezcla y una vibración excesiva (Ingeniería Civil, 2011).

### **Exudación**

La exudación también conocida como sangrado es un efecto que se presenta como efecto de laminación en el concreto cuando se forma una capa de agua en la superficie de la mezcla. La exudación es normal cuando es muy pequeña y puede ayudar a controlar las grietas que resultan del encogimiento de la sutura. Por otro lado, una exudación excesiva en la parte superior de la mezcla puede causar un cambio en la relación agua/cemento, lo que resulta en un cambio en la reducción de la resistencia superficial y la durabilidad (Notas de Hormigón Armado, 2011).

El hormigón endurecido es un estado en el que una mezcla plástica pasa de un estado sólido debido a las reacciones químicas que se producen en ella. En este estado, el hormigón tiene propiedades muy favorables para la industria de la construcción. Las propiedades del hormigón endurecido se componen de propiedades físicas y mecánicas. (Castillo, C. 2019)

El hormigón de cemento Portland ofrece hoy en día una amplia gama de posibles aplicaciones. La diversidad de características abre un amplio abanico de modalidades para la sociedad. Todos los tipos de hormigón han demostrado a lo largo del tiempo sus propiedades superiores y altos niveles de durabilidad y resiliencia, lo que se refleja en los avances que ha tenido el hormigón desde su creación. (Cando, L. 2016)

### **METODOLOGÍA**

Para la realización de esta investigación se utilizó de los siguientes materiales:

Balanza mecánica y electrónica, bandeja y recipientes metálicos, carretilla, pala, palustre, cono de Abrams, moldes metálicos para muestras de hormigón, flexómetro, martillo de goma, varilla metálica de punta redondeada, cemento, arena, piedra y agua.

Previo a la realización de la probeta de hormigón para ensayo se realizaron distintos cálculos de acuerdo al método empírico de la densidad óptima.

#### **Método de la Densidad Óptima**

De acuerdo a la resistencia a la compresión necesaria se seleccionó la relación agua/cemento y se calculó la densidad real de la mezcla (DRM) de agregado fino con grueso, después se calculó el porcentaje óptimo de vacíos (POV), a continuación se calculó la cantidad de pasta necesaria para llenar los vacíos que deja el árido, añadiendo una cantidad extra (2%) para cubrir todas las partículas de agregado presente de acuerdo a la tabla 2, (el porcentaje obtenido es una fracción del volumen total de hormigón, por lo que la cantidad de pasta (CP) en volumen será 1000 dm<sup>3</sup>), luego se calculó la cantidad de cemento en peso necesario para 1m<sup>3</sup> de hormigón y también la cantidad de agregados en función de este valor, posteriormente, conocida la cantidad de cemento y la dosificación de un material se obtuvo la cantidad de arena, agua, ripio y cemento. Finalmente, la dosificación al peso para un hormigón se consiguió dividiendo las cantidades manteniendo la masa del cemento como divisor. Se obtuvo densidad del hormigón fresco de la sumatoria de los pesos de todos los materiales.

Para preparar el hormigón fresco según el método de densidad óptima se realizó el siguiente procedimiento

Se pesó la cantidad de materiales respecto a la dosificación por el método de densidad óptima, luego se tomaron las dimensiones del molde metálico y a continuación se pesó y mezcló en seco la arena y el cemento, después se añadió la piedra y el agua y se mezclaron manualmente todos los materiales durante al menos 5 minutos hasta obtener una mezcla uniforme, posteriormente se determinaron las propiedades del hormigón fresco y se fabricaron las probetas de hormigón aplicando el procedimiento normativo (INEN 1576) de 3 capas y 25 golpes, como último paso, se colocaron las probetas de hormigón en reposo por un tiempo aproximado de 24h.

Para desencofrar y ensayar a compresión se realizó el siguiente procedimiento

Luego de colocar en reposo las probetas en la cámara de curado 24 + - 8 horas, se desmoldan y se sumergieron los cilindros de hormigón en el tanque de curado durante siete días, posteriormente se retiraron las probetas del tanque de curado dos horas antes de la prueba de

compresión para así escurrir el agua en exceso, concluido esto se procedió a ensayar las probetas a compresión.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Para la realización de este ensayo se efectuaron los cálculos respectivos para la elaboración de una probeta de hormigón mediante el método de densidad óptima a partir de datos obtenidos en ensayos previos, obteniendo los siguientes valores:

#### **Simbología**

DRC= Densidad de real cemento

DRA= Densidad de real de la arena

DRR= Densidad de real del ripio

DOM= Densidad óptima de la muestra

POR= Porcentaje óptimo de ripio

MFA= Módulo de finura de la arena

POA= Porcentaje óptimo de arena

DRM= Densidad real de la muestra

POV= Porcentaje óptimo de vacíos

CP= Cantidad de pasta

dH= Densidad del hormigón fresco

Vca= Volumen del cono de Abrams

Vca= Volumen del cilindro

W = Agua

A= Arena

C= Cemento

R= Ripio

#### **Datos**

DRC= 2,56 Kg/dm<sup>3</sup>

DRA= 2, 56 Kg/dm<sup>3</sup>

DRR= 4, 9 Kg/dm<sup>3</sup>

DOM=1,906 Kg/dm<sup>3</sup>

POR=64%

MFA=1,96

POA=36%

#### Densidad real de la muestra

$$DRM = \frac{(DRA * POA) * (DRR * POR)}{DRM}$$

$$DRM = \frac{(2,56Kg/dm^3 * 36) * (4,9Kg/dm^3 * 64)}{100}$$

DRM= 4,05 Kg/dm<sup>3</sup>

#### Porcentaje óptimo de vacíos

$$POV = \frac{DRM - DOM}{100} * 100$$

$$POV = \frac{4,05Kg/dm^3 - 1,906Kg/dm^3}{4,05 Kg/dm^3} * 100$$

POV= 52,94 %

Mediante la cantidad de pasta según el asentamiento establecido, se determinó la cantidad de pasta según el asentamiento impuesto, el cual fue de 6cm-9cm.

#### Cantidad de pasta

$$CP=POV+2%+(8%+POV)$$

$$CP=52,94+2%+(4,24%)$$

$$CP=59,18\%$$

$$CP= 59,18\%*1000 dm^3 \sim 591,8 dm^3$$

#### CANTIDAD DE MATERIALES PARA 1m<sup>3</sup>

En base a la relación agua cemento según la resistencia requerida mostrada en él se determinó que la relación agua/cemento para una resistencia de 18MPa a los 28 días de edad se establece en W/C= 0,6

#### Cantidad de cemento

$$C = \frac{CP}{\frac{W}{C} + \frac{1}{DRC}}$$

$$C = \frac{591,8dm^3}{0,6 + \frac{1}{2,56}}$$

= 597,40Kg

#### Cantidad de agua

$$W = \frac{W}{C} * C$$

$$W = 0,6 * 597,40Kg$$

$$W=358,44Kg$$

#### Cantidad de arena

$$A = \frac{(1000 \text{ dm}^3 - CP) * DRA * POA}{100}$$

$$A = \frac{(1000 \text{ dm}^3 - 591,8 \text{ dm}^3) * 2,56Kg / \text{dm}^3 * 36}{100}$$

$$A= 371,20Kg$$

#### Cantidad de ripio

$$R = \frac{(1000 \text{ dm}^3 - CP) * DRR * POR}{100}$$

$$R = \frac{(1000 \text{ dm}^3 - 591,8 \text{ dm}^3) * 4,90Kg / \text{dm}^3 * 64}{100}$$

$$R= 1280,12 \text{ Kg}$$

#### DOSIFICACION DEL MATERIAL

$\frac{CEMENTO \ 597,40Kg}{597,40Kg}$	$\frac{ARENA \ 371,20Kg}{597,40Kg}$	$\frac{RIPIO \ 1280,12Kg}{597,40Kg}$	$\frac{AGUA \ 358,44Kg}{597,40Kg}$
=1	=0,62	=2,14	=0,6

#### Densidad del hormigón

$$dH = \frac{C + A + R + W}{1000 \text{ dm}^3}$$

$$dH = \frac{597,40Kg + 371,20Kg + 1280,12Kg + 358,44Kg}{1000 \text{ dm}^3}$$

$$dH= 2,607Kg / \text{dm}^3$$

#### Volumen del cono de abrams

$$V_{ca} = 1/3\pi * h * (R^2 + r^2) + (R * r)$$

$$V_{ca} = 1/3\pi * 30cm * (10cm)^2 + (5cm)^2 + (20cm * 10cm)$$

$$V = 5497,79cm^3$$

$$V = 7000cm^3 / (100cm)^3 * 1m^3$$

$$V = 0,0055m^3$$

#### Volumen del cilindro

$$V = \pi r^2 * h$$

$$V_c = \pi \cdot (7,5\text{cm})^2 \cdot 30\text{cm}$$

$$V_c = 5301,43 \text{ cm}^3 / (100\text{cm})^3 \cdot 1\text{m}^3$$

$$V_c = 0,0053 \text{ m}^3$$

Como se observa en la Tabla 1, se encontró la cantidad de material necesario para un volumen de 0,0053 m<sup>3</sup> a utilizar en la fabricación de la probeta.

**Tabla 1**

*Cantidad de materiales para 0,0053m<sup>3</sup>*

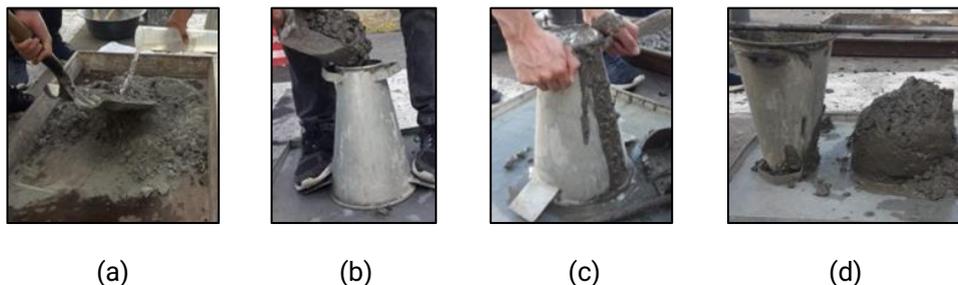
MATERIAL	PARA 1m <sup>3</sup>	PARA 0,0053m <sup>3</sup>
Cemento (Kg)	597,40	3,17
Arena (Kg)	376,20	1,99
Ripio (Kg)	1280,12	6,78
Agua (Kg)	358,44	1,90

**Fuente:** Elaboración propia.

Se realizaron ensayos de laboratorio para la determinación de las propiedades del hormigón fresco. En la figura 1, se muestra la realización del ensayo del cono de Abrams que consiste en la determinación de la consistencia del hormigón

**Figura 1**

*Realización del ensayo de cono de Abrams*



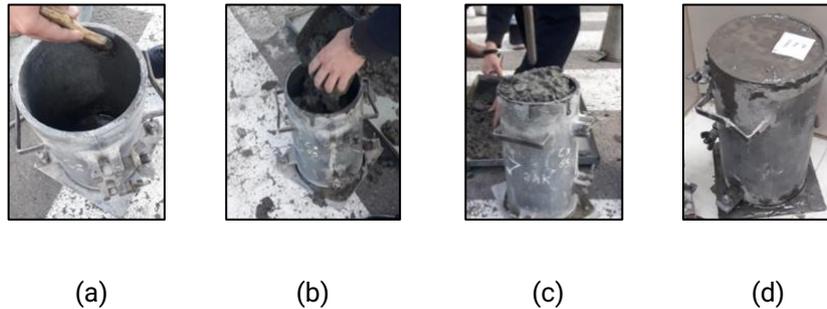
**Nota:** (a) Mezcla de los materiales, (b) Colocado de mezcla en el cono de Abrams, (c) Enrasado de la muestra, (d) Medición del asentamiento de hormigón fresco.

**Fuente:** Elaboración propia

Una vez verificada la consistencia del hormigón se realizó la probeta cilíndrica de hormigón, como lo muestra la figura 2, de acuerdo a las normas pertinentes.

**Figura 2**

*Realización de la probeta cilíndrica para ensayo a compresión*



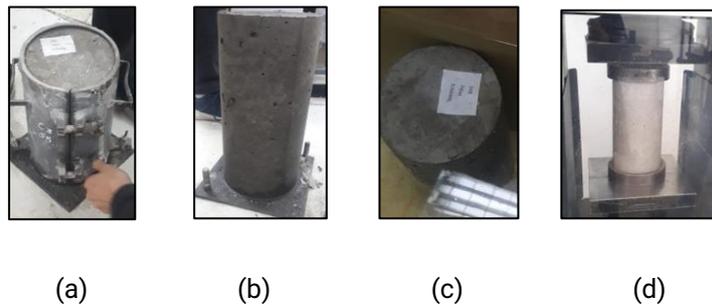
**Nota:** (a) Engrasado del molde, (b) Colocado de la mezcla, (c) Compactación de la mezcla con varilla, (d) enrazado de la muestra.

**Fuente:** Elaboración propia

Se realizó el ensayo de compresión de la probeta cilíndrica a los 14 días de edad, como lo muestra la figura 3.

**Figura 3**

*Realización del ensayo a compresión de la probeta de hormigón*



**Nota:** (a) Reposo de 24h, (b) Desencofrado, (c) Sumergido de la probeta de hormigón en la cámara de curado 14días, (d) Ensayo a compresión

**Fuente:** Elaboración propia.

Para la realización de este ensayo se efectuaron los cálculos respectivos para la elaboración de una probeta de hormigón mediante el método de densidad óptima a partir de datos obtenidos en ensayos previos. Esta investigación es la aplicación de los resultados de los mismos, para evaluar la calidad del hormigón con el requerimiento impuesto que en nuestro caso fue una resistencia a compresión de 180 Kg/cm<sup>2</sup>.

Una vez realizada la dosificación para la obtención de nuestro hormigón de resistencia 180Kg/cm<sup>2</sup>, aplicando el ensayo del cono de Abrams según las normas NTE INEN 1578, se pudo comprobar la consistencia del hormigón terminándose un asentamiento de 10 cm, correspondiendo a una consistencia media (plástica) como se observa en la Tabla N2, el cual se encuentra en el rango tolerable para una buena trabajabilidad del hormigón y es apta para uso en pavimentos compactados a mano, losas, muros, vigas, columnas y cimentaciones.

**Tabla 2**

*Clasificación de las consistencias según su asentamiento medido en el cono de Abrams*

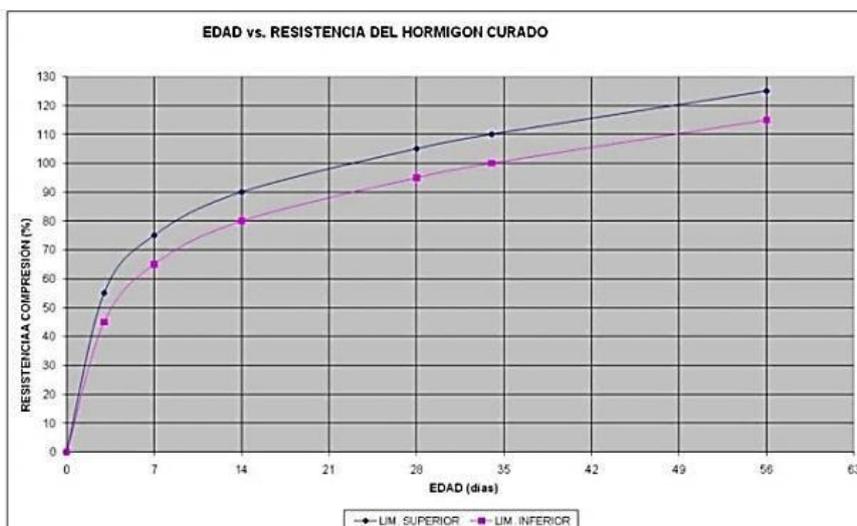
Consistencia	Asentamiento (mm)	Ejemplo de tipo de construcción	Sistema de colocación	Sistema de compactación
Muy seca	0-20	Prefabricados de alta resistencia, revestimiento de pantallas de cimentación.	Con vibradores de formaleta; concretos de proyección neumática (lanzados).	Secciones sujetas a vibración extrema, puede requerirse presión.
Seca	20-35	Pavimentos.	Pavimentadoras con terminadora vibratoria.	Secciones sujetas a vibración intensa.
Semi-seca	35-50	Pavimentos, fundaciones en concreto simple. Losas poco reforzadas.	Colocación con máquinas operadas manualmente.	Secciones simplemente reforzadas con vibración.
Media (plástica)	50-100	Pavimentos compactados a mano, losas, muros, vigas, columnas, cimentaciones.	Colocación manual.	Secciones simplemente reforzadas con vibración.
Húmeda	100-150	Elementos estructurales esbeltos o muy reforzados.	Bombeo.	Secciones bastante reforzadas con vibración.
Muy Húmeda	150-200	Elementos esbeltos, pilotes fundidos "in situ".	Tubo embudo tremie.	Secciones altamente reforzadas sin vibración.
Super Fluida	Más de 200	Elementos muy esbeltos.	Autonivelante, autocompactante.	Secciones altamente reforzadas sin vibración y normalmente no adecuados para vibrarse.

**Fuente:** Nuevas tendencias en la especificación y diseño de mezclas de concreto. Sánchez, D.

Como se puede observar en el gráfico 1, la resistencia a compresión estimada a los 14 días de edad corresponde al 80% de la resistencia a los 28 días de edad, en nuestro caso para un hormigón de 180Kg/cm<sup>2</sup> se obtendría una resistencia aproximada de 114Kg/cm<sup>2</sup>, valor que sido superado según los resultados obtenidos en el ensayo de compresión realizado, obteniéndose una resistencia de 145Kg/cm<sup>2</sup> como se observa en la gráfica N2.

**Gráfico 1**

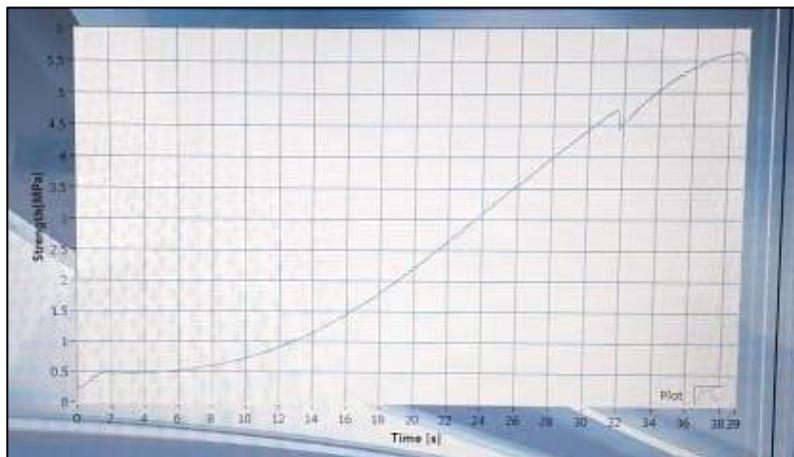
*Relación Edad vs. Resistencia del Hormigón Curado*



**Fuente:** Medina S. (2006)

## Gráfico 2

Resistencia del hormigón 180Kg/cm<sup>2</sup> ensayado a 14 días de edad



**Fuente:** Elaboración propia

Mediante el método de densidad óptima se obtuvo la densidad del hormigón fresco con un valor de 2,607Kg/dm<sup>3</sup> superando el rango admisible de (2200Kg/dm<sup>3</sup> a 2400Kg/dm<sup>3</sup>) para hormigón simple, demostrando que su resistencia se encuentra dentro de los parámetros establecidos y debido a sus características puede ser usado para pavimentos, vigas y columnas.

### CONCLUSIÓN

Se observó que el asentamiento que presentó el hormigón en el ensayo de cono de Abrams fue de 10cm, mismo que según el método de la A.C.I está dentro del parámetro para usar el hormigón para pavimentos, vigas, columnas y muros de hormigón armado.

Se concluyó que la resistencia de la probeta de hormigón ensayada a los 14 días de edad fue de 145Kg/cm<sup>2</sup>, porque cumple con el rango correspondiente al 80% del total de su resistencia final a los 28 días de edad.

Se determinó mediante la dosificación utilizada para la fabricación de la probeta que la relación agua-cemento corresponde al 0.6, que influyó directamente en la consistencia de la mezcla correspondiendo a una consistencia media (plástica) y cumpliendo con las normas NTE INEN 1578.

Se obtuvo la densidad del hormigón mediante el método de densidad óptima con un valor de 2,607Kg/dm<sup>3</sup> superando el rango admisible, demostrando que es un hormigón de buena calidad ya que su resistencia se encuentra dentro de los parámetros establecidos y debido a sus características puede ser usado para pavimentos, vigas y columnas.

Con este estudio pudimos adquirir un criterio más apropiado en lo que respecta a las propiedades cualitativas y cuantitativas del hormigón en estado fresco para la posterior utilización en obra, garantizando la calidad del mismo.

## REFERENCIAS

Cando, L. (2016). Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado. [Tesis, Universidad Central del Ecuador] Repositorio digital Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/8007>.

Castillo, C. (2019). Análisis de las propiedades físico-mecánicas de un hormigón elaborado con fibras recicladas de tuberías PVC utilizando agregados de la cantera de Pifo y cemento HOLCIM tipo GU y su correlación con un hormigón convencional. [Tesis, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio digital Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/20326>.

Diccionario de la Construcción. (2011). Consistencia del Hormigón. Obtenido de: <http://www.diccionariodelaconstruccion.com/estructuras/estructurasdehormigon/consistencia-del-hormigon>

ESPINAL, R. (12 de 06 de 2016). Academia. Obtenido de [http://www.academia.edu/6229371/Historia\\_Hormigon\\_Estructura](http://www.academia.edu/6229371/Historia_Hormigon_Estructura).

Harsem, T. (2002). Diseño de Estructuras de Concreto Armado, Pontificia Universidad Católica del Perú. Perú.

Hm, V. (2014). Escuela de Ingeniería Técnica Civil. Arquitectura Técnica. Materiales II 4.- POLÍMEROS. [www.academia.edu](http://www.academia.edu). [https://www.academia.edu/9395913/Escuela\\_de\\_Ingenier%C3%ADa\\_T%C3%A9cnica\\_Civil\\_Arquitectura\\_T%C3%A9cnica\\_Materiales\\_II\\_4\\_POL%C3%8DMEROS](https://www.academia.edu/9395913/Escuela_de_Ingenier%C3%ADa_T%C3%A9cnica_Civil_Arquitectura_T%C3%A9cnica_Materiales_II_4_POL%C3%8DMEROS).

Ingeniería Civil. (2011). Trabajabilidad de una mezcla de hormigón. Obtenido de: <http://www.ingenierocivilinfo.com/2011/01/trabajabilidad-de-una-mezclade.html>

Medina, S.W. (2006). Manual de Ensayo de Materiales. [Tesis, Universidad Técnica de Ambato]

Notas de Hormigón Armado. (2011). Homogeneidad del Hormigón Fresco. Obtenidos de: <http://notasdehormigonarmado.blogspot.com/2011/04/homogeneidad-delhormigon-fresco.html>

NTE INEN 1576: Hormigón de cemento hidráulico. Elaboración y curado en obra de especímenes para ensayo: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN): Free Download, Borrow, and Streaming: Internet Archive. (2011). Internet Archive. <https://archive.org/details/ec.nte.1576.2011>

NTE INEN 1578: Hormigón de cemento hidráulico. Determinación del asentamiento: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN): Free Download, Borrow, and Streaming: Internet Archive. (2010). Internet Archive. <https://archive.org/details/ec.nte.1578.2010>

Rochel Awad, R. (2007). Hormigón Reforzado. Medellín: Universidad EAFIT.

Sánchez, J. (2013). La resistencia a la compresión del hormigón y su influencia en el módulo de elasticidad estático en el cantón Ambato, Provincia de Tungurahua. [Tesis, Universidad Técnica de Ambato] Repositorio Universidad Técnica de Ambato. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/6031>

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) .