

## **Análisis del impacto económico en la vivienda social en Portoviejo de un diseño de hormigón, enfocado en las características de los agregados gruesos y finos suministrados por canteras locales.**

Analysis of the economic impact on social housing in Portoviejo of a concrete design, focused on the characteristics of coarse and fine aggregates supplied by local quarries.

**Byron Armando Villafuerte Quimiz\***  
**Eduardo Humberto Ortiz Hernández\*\***  
**Ramona Panchana de Calderero\*\*\***

### **RESUMEN**

El concreto es un material pétreo artificial usado para la construcción de diversas estructuras, desde las más complejas a las más sencillas, desde rascacielos hasta una vivienda social. Los agregados pétreos (agregado grueso y fino) representan el mayor porcentaje de los componentes que lo conforman, por ende, la elección de estos áridos a utilizar en la mezcla repercute directamente al costo de su elaboración y consecuentemente en el producto final. En la presente investigación se planteó determinar el impacto económico en la vivienda social en la ciudad de Portoviejo de un diseño de hormigón, enfocado en las características física y mecánicas de los agregados gruesos y finos suministrados por canteras locales. Se plantea realizar un diseño de la cantera “Uruzca” y otro de “Megarok” determinado así la variación económica a través de las propiedades de los agregados. El estudio se desarrolló en dos etapas: la primera corresponde al trabajo de campo y laboratorio, mientras que la segunda se enfoca en el trabajo en gabinete que contempla el procesamiento de ensayos, cálculos, dosificación de los diseños y análisis de costo. Al finalizar la investigación se obtuvo que con la cantera “Uruzca” del cerro Guayabal se tiene una reducción económica equivalente al 9.45% en comparación a la cantera “Megarok” del sector Picoazá.

**Palabras clave:** Hormigón, impacto económico, agregados finos, agregados gruesos, dosificación, resistencia a la compresión.

\* Universidad Técnica de Manabí. Instituto de Posgrado. Portoviejo, Ecuador.

\*\* Department of Civil Engineering, University of Alicante, 03690 Alicante, Spain.

\*\*\* Departamento de Construcciones Civiles. Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas. Universidad Técnica de Manabí. Avenida José María Urbina, ECI30105, Portoviejo, Manabí, Ecuador.

JOURNAL OF BUSINESS  
and entrepreneurial  
**studies**

ISSN: 2576-0971



<https://doi.org/10.37956/jbes.v4i2.69>

Atribución/Reconocimiento-NoComercial- CompartirIgual 4.0 Licencia Pública Internacional — CC

**BY-NC-SA 4.0**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.es>

Journal of Business and entrepreneurial  
EI

<http://journalbusinesses.com/index.php/revista>  
e-ISSN: 2576-0971

[journalbusinessentrepreneurial@gmail.com](mailto:journalbusinessentrepreneurial@gmail.com)

Recepción: 04 Septiembre 2019

Aprobación: 6 Abril 2020

Pag 1-13

## ABSTRACT

Concrete is an artificial stone material used for the construction of various structures, from the most complex to the simplest, from skyscrapers to social housing. The stone aggregates (coarse and fine aggregate) represent the highest percentage of the components that make it up, therefore, the choice of these aggregates to be used in the mixture has a direct impact on the cost of its preparation and consequently on the final product. In the present investigation, it was proposed to determine the economic impact on social housing in the city of Portoviejo of a concrete design, focused on the physical and mechanical characteristics of the coarse and fine aggregates supplied by local quarries. It is proposed to carry out a design for the “Uruzca” quarry and another for “Megarok”, thus determining the economic variation through the properties of the aggregates. The study was developed in two stages: the first corresponds to field and laboratory work, while the second focuses on the work in the office that includes the processing of tests, calculations, design dosing and cost analysis. At the end of the investigation, it was obtained that with the “Uruzca” quarry of Cerro Guayabal there is an economic reduction equivalent to 9.45% compared to the “Megarok” quarry of the Picoazá sector.

**Key words:** Concrete, economic impact, fine aggregates, coarse aggregates, dosage, compressive strength.

## INTRODUCCIÓN

En América Latina se ha podido visualizar un aumento significativo en la construcción de Viviendas de Interés Social (VIS), situadas en localidades con diversos climas y en las diferentes categorías de peligro sísmico (Carrillo & Echeverri, 2015) ; incluso en Ecuador existe un plan denominado “Proyecto de Vivienda Casa Para Todos-CPT” (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2018) , el mismo que tiene como fin incrementar el porcentaje de hogares propios y dignos del 53.25% a 61,63%, especialmente en los casos que se encuentran en situación de extrema pobreza (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2018). Las VIS, forman parte de uno de los aspectos más relevantes en la planificación urbana, una vivienda bien diseñada en base a las necesidades de los usuarios coopera con la sustentabilidad urbana e incrementa el bienestar con un menor costo futuro y a la par disminuye el impacto ambiental (Pérez Pérez, 2016).

Generalmente los agregados más utilizados en el mundo para el uso de hormigones provienen de depósitos naturales formados en cauces de ríos o llanuras inundables, y son relativamente baratos ya que generalmente no requieren de proceso industrial alguno (Solís, Moreno, & Arjona, 2012) . Sin embargo, dependiendo de la geología,

existen yacimientos de donde se extrae material previamente triturados con fines constructivos.

Gran parte de las estructuras, incluidas las VIS, están elaboradas de concreto, el cual está definido como un material pétreo artificial, se consigue mediante la combinación en determinadas proporciones de los siguientes componentes: Cemento y agua (pasta); y agregado grueso/fino (Chan Yam, Solís Carcaño, & Moreno, 2003).

Los agregados pétreos son componentes indispensables del concreto hidráulico, asfáltico y de las bases granulares, sus características repercuten no solo a las propiedades del concreto (fresco o endurecido) sino a su costo, además, estos componentes forman alrededor del 70%-80% del volumen del concreto; razones suficientes para estudiar sus propiedades con el fin de optimizar no solo su uso sino también la dosificación del concreto ( León & Ramírez, 2010).

En el presente artículo se determina el impacto económico en la vivienda social en Portoviejo, de un diseño de hormigón, enfocado en las características de los agregados gruesos y finos suministrados por canteras locales.

## **METODOLOGÍA**

La metodología de la investigación se llevó a cabo en dos etapas: la primera consistió en el trabajo en campo y de laboratorio, la segunda se enfoca en trabajo de gabinete.

El trabajo de laboratorio se basa en la ejecución de determinados ensayos tanto a los agregado grueso y agregado fino, de tal manera que permitan conocer la distribución granulométrica de las partículas, módulo de finura, porcentaje de absorción de los materiales, desgaste de la masa, entre otras características, para ello se realizaron ensayos como: a) Granulometría, b) Gravedad Específica, c) humedad, d) Peso Unitaria Suelto y compactado e) Ensayo de Abrasión, f) Resistencia a la Compresión; y el trabajo de gabinete se basa en procesar la información obtenida de los ensayos, análisis de las propiedades físicas y mecánicas de los agregado, determinación de las dosificaciones o formula a utilizar para obtener una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, confección de los especímenes que serán probados a los 7, 14, y 28 días, finalmente esta etapa concluye con el análisis de costos con ambos diseños, estableciendo así el impacto económico que de los agregados en una vivienda social.

Se determinan dos diseños con distintos agregados, uno utilizando los materiales de la cantera “Uruzca” del cerro Guayabal y el otro con los áridos de la cantera “Megarok” del sector Picoazá. Estas canteras se encuentran ubicadas en la Provincia de Manabí como se observa en la figura I, y cuyas coordenadas se muestran en la tabla I.

**Tabla 1:** Coordenadas de la canteras Uruzca y Megarok

Cantera	Norte	Este
Uruzca	9883093.00	548304.00
Megarok	9887156.00	549565.00

**Fuente:** Elaborado por los investigadores

**Figura 1:** Ubicación de las canteras "Uruzca" y "Megarok"



**Fuente:** Elaborado por los investigadores

### **Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso**

La granulometría es un ensayo comúnmente usado para determinar el tamaño de las partículas que conforman un material, en el caso del concreto la distribución granulométrica debe encontrarse dentro de las especificaciones establecidas tanto en la parte gruesa como en la fina, estos requerimientos se encuentran establecidos en las Especificaciones Técnicas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas MOP - 001-F 2002.

El ensayo consiste en separar las partículas que conforman una muestra de agregado grueso/fino en estado seco y con peso inicial conocido, mediante una serie de tamices con aberturas que varían según el uso del material y que se encuentran ordenados en forma descendente. La masa de las partículas retenidas en cada tamiz conocido como material retenido se expresa en porcentaje con relación a la masa total, permitiendo conocer la distribución del tamaño de partículas para cada fracción.

Los equipos usados son: Balanza, material a ensayar (agregado grueso/fino), tamices, mecánico, horno.

### **Determinación de la densidad relativa (gravedad específica) y absorción de los agregados grueso y fino** (Intituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2010)

Este ensayo es usado para determinar la densidad de un determinado material ya sea grueso o fino, además permite conocer el porcentaje de absorción de la partícula.

Consiste en sumergir en agua por  $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$ , una determinada cantidad de agregado grueso/fino previamente secada hasta conseguir una masa constante, con la finalidad de llenar con agua sus poros. Se retira el agua de la muestra para luego secar el agua superficial de los agregados con una toalla de tal forma que se pueda sacar el excedente y se pesa la muestra. Posteriormente, se coloca la muestra en un recipiente y se determina el volumen de la muestra por el método gravimétrico o volumétrico; finalmente la muestra es secada al horno y se determina nuevamente su peso en condición seca (Intituto Ecuatoriano de Normalizacion , 2010).

Para el caso del agregado fino son los equipos empleados son: Balanza, horno, picnómetro, matraz, molde y compactado.

Los equipos usados con agregado grueso son: Balanza, recipiente para la muestra, tanque de agua, tamices, horno.

Utilizando los valores de masa obtenidos y mediante las ec. 1,2,3,4 es posible calcular la densidad, la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción para agregado fino.

$$S_d = \frac{A}{B+D-C} \quad (1)$$

$$S_s = \frac{D}{B+D-C} \quad (2)$$

$$S_a = \frac{A}{B+A-C} \quad (3)$$

$$A\% = \frac{D-A}{A} \times 100 \quad (4)$$

A = Peso de la muestra seca.

B = Peso del picnómetro más agua.

C = Peso del picnómetro más muestra más agua.

D = Peso de la muestra saturada con superficie seca

S<sub>d</sub> = Gravedad específica

S<sub>s</sub> = Gravedad específica Saturada Superficialmente Seca (SSS)

S<sub>a</sub> = Gravedad específica aparente

A% = Absorción

En el caso de los agregados grueso se utilizan las ec. 5,6,7,8 calcular la densidad, la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción para.

$$S_d = \frac{A}{B-C} \quad (5)$$

$$S_s = \frac{B}{B-C} \quad (6)$$

$$S_a = \frac{A}{A-C} \quad (7)$$

$$A\% = \frac{B-A}{A} \times 100 \quad (8)$$

A = Peso de la muestra seca

B = Peso de la muestra saturada con superficie seca

C = Peso en agua del agregado saturado

Sd = Gravedad específica

Ss = Gravedad específica Saturada Superficialmente Seca (SSS)

Sa = Gravedad específica aparente

A% = Absorción.

### Contenido total de humedad

Este ensayo es utilizado para determinar el porcentaje de humedad evaporable por secado de los materiales, incluyendo a la humedad superficial y la contenida en los poros de las partículas ( Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011)

Este ensayo consiste en secar en el horno una muestra de agregado grueso/fino en estado natural hasta eliminar la humedad tanto superficial como la existente en los poros de los áridos. La humedad corresponde a la cantidad de agua evaporada expresada en porcentaje respecto de la masa seca ( Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011).

Los equipos usados son: Balanza, fuente de calor (horno), recipiente para la muestra, agitador (espátula).

Para efecto de cálculo se utilizan los valores de masa obtenidos en el procedimiento y mediante la ec. 9 es posible calcular la humedad.

$$W = \frac{B-C}{B} \times 100 \quad (9)$$

W = Humedad

B = Peso de material seco

C = Peso de material seco después de lavado por tamiz de N° 200.

### Masa unitaria (Peso Volumétrico)

Este ensayo es usado para determinar los valores de masa unitaria suelta y compactada además de determinar los vacíos entre partículas, estos valores son indispensables para la dosificación del concreto (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2010).

El procedimiento consiste en colocar el material en un molde con una capacidad adecuada, posteriormente se lo compacta mediante alguno de los siguientes procedimientos: Varillado, sacudidas y paladas (Instituto Ecuatoriano de Normalización, Arido. Determinación de la masa unitaria (peso volumetrico) y el porcentaje de vacios, 2010) . Los equipos usados son: Balanza, varilla de compactación, molde, pala o cucharón, equipo de calibración, placa de vidrio, grasa, termómetro.

Una vez realizado el procedimiento de ensayo se utilizan los valores de masa obtenidos y mediante la ec. 10 es posible calcular la masa unitaria.

$$\text{Masa unitaria} = \frac{P_1 - P_2}{V} \times 100 \quad (10)$$

$P_1$  = Peso del material más recipiente

$P_2$  = Peso del recipiente

$V$  = Volumen del recipiente

### **Dosificación del concreto**

Un método de dosificación tiene como fin ser una guía para determinar las proporciones de los materiales componentes del hormigón, de manera que sus propiedades cumplan con ciertos parámetros establecidos (Videla C. & López C.).

La dosificación del concreto se realizó con el análisis de las propiedades de los agregados, es decir, con los valores obtenidos de los ensayos (I. Vegas, I. Azkarate, A. Juarrero, & M. Frías, 2009) , Las características principales que se definen en la dosificación de un concreto es la trabajabilidad y la resistencia de diseño que para este caso es 210 kg/cm<sup>2</sup>. Con respecto a la trabajabilidad se determina según los requisitos solicitados en la construcción y depende tanto de la fluidez como de la consistencia, y se refleja dependiendo de la cantidad de agua de diseño, mientras que la resistencia es una propiedad del diseño que responde a la relación agua/cemento.

La cantidad de agua de amasado en la dosificación del concreto es de gran importancia, ya que ella y su relación con el cemento están altamente ligados a una gran cantidad de propiedades del material final que se obtendrá, donde generalmente mientras mayor cantidad de agua se adicione, aumenta la fluidez de la mezcla y, por lo tanto, su trabajabilidad y plasticidad, lo cual presenta grandes beneficios para la mano de obra; no obstante, también comienza a disminuir la resistencia debido al mayor volumen de espacios creados por el agua libre ( Guevara Fallas, y otros, 2012).

La relación agua cemento utilizada para el diseño de hormigón con agregados de la cantera Uruzca es de 0.48 mientras que cuando se emplean agregados de la cantera Megarok es de 0.46.

Luego de determinar las respectivas dosificaciones se procedió a confeccionar los especímenes o probetas para ser ensayadas a los 7, 14 y 28 días bajo la norma INEN ( Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2010) , para luego proceder a realizar el curado de los especímenes, ya que es un aspecto muy importante que afecta al comportamiento a largo plazo si bien no hay un método que permita cuantificarlo (C. Andrade & R. D'Andrea, 2011).

### **Determinación de la resistencia a compresión.**

Con el fin de verificar el cumplimiento de la resistencia del diseño calculado, se procede a determinar la rotura a compresión de los cilindros a la 7, 14 y 28 días de confección.

Para ello se hace uso de la norma técnica ecuatoriana del hormigón de cemento hidráulico, donde establece que se debe aplicar una carga axial de compresión a los

especímenes moldeados previamente a una velocidad que se encuentra dentro de un rango establecido hasta el momento en que los testigos alcancen la falla (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2010).

Una vez obtenida la carga máxima alcanzada se obtiene la resistencia dividiendo dicha carga para el área de la sección transversal del cilindro como se puede apreciar en la ec. 11.

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (11)$$

$f'_c$  = Resistencia a la compresión

P = Carga axial

A = Área sección transversal

### **Análisis de costos**

Este análisis se basó en calcular el costo de cada dosificación de concreto, considerando precios estandarizados del Ecuador dados por la revista de diseño arquitectura y construcción DOMUS (Polit Roldos, 2021) y 2), adicionalmente se calcula el costo de 100 viviendas T3 incluyendo el costo de la dosificación empleada. Este tipo de vivienda tiene un área de construcción de 39 m<sup>2</sup>, es de planta elevada con cubierta inclinada, estructura sismo resistente (IdealAlambrec, 2020).

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Las tablas del 2 al 7 muestran los resultados de cada ensayo obtenidos mediante la aplicación de las ecuaciones anteriormente descritas, dichos resultados fueron realizados de acuerdo a normas estandarizadas (locales e internacionales), verificando que estos se encontraran dentro de los valores estandarizados.

### **Áridos. Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso**

**Tabla N° 2:** Análisis granulométrico del agregado fino de la mina "Colimes"

Tamiz N.	MASA RETENIDA		PORCENTAJES ACUMULADOS	
	Parcial (gr)	Acumulada (gr)	Retenido (%)	Pasante (%)
3/8"	1	1	0	100
N. 4	15	16	1.6	98.4
N. 8	24	40	4	96
N.16	125	165	16.5	83.5
N.30	273	438	43.8	56.2
N.50	323	761	76.1	23.9
N.100	178	939	93.9	6.1
N.200	45	984	98.4	1.6
PASA N.200	16	1000		
Masa Inicial parte fina (gr):			1000	

**Fuente:** Elaborado por los investigadores

En cuanto al módulo de finura de la arena de Colimes es de 2.13.

**Tabla 3:** Análisis granulométrico del agregado grueso de la cantera "Uruzca"

Tamiz N.	MASA RETENIDA		PORCENTAJES ACUMULADOS	
	Parcial (gr)	Acumulada (gr)	Retenido (%)	Pasante (%)
1"	0	0	0	100
3/4"	286	286	5.6	9.4
1/2"	1982	2268	44.3	55.7
3/8"	1358	3626	70.8	29.2
N. 4	1366	4992	97.5	2.5
PASA N.4	129	5121		
<b>N. 8</b>				

**Fuente:** Elaborado por los investigadores

**Tabla 4.** Análisis granulométrico del agregado grueso de la cantera Megarok.

Tamiz N.	MASA RETENIDA		PORCENTAJES ACUMULADOS	
	Parcial (gr)	Acumulada (gr)	Retenido (%)	Pasante (%)
1"	0	0	0	100
3/4"	375	375	5.3	94.7
1/2"	2407	2782	39.4	60.6
3/8"	1437	4219	59.7	40.3
N. 4	2529	6748	95.5	4.5
PASA N.4	316	7064		
N. 8	182	300	2.7	1.8

**Fuente:** Elaborado por los investigadores

### Determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado grueso y fino

En la tabla 5 se muestran los resultados de gravedades específicas y absorción del material fino procedente de Colimes.

**Tabla 5.** Densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado fino de Colimes.

	<b>AGREGADOS FINO</b>	<b>Colimes</b>	
<b>Fuente:</b> por los investigadores	Gravedad Especifica de Volumen Sd	2.56	Elaborado
	Gravedad Especifica (SSS) Ss	2.64	
	Gravedad Especifica aparente	2.79	
	Absorcion A%	3.09	

En la tabla 6 se puede comparar las gravedades específicas y absorción de los agregados grueso analizados para los diseños de hormigón, respecto a la absorción de agua, se observan aumentos importantes en los valores de los agregados de Megarok con relación a la cantera Uruzca, hecho que se encuentra directamente relacionado con la presencia de mayor porosidad y por lo constituyente menor gravedad específica.

**Tabla 6.** Densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado grueso de las canteras Uruzca y Megarok

<b>AGREGADOS GRUESO</b>	<b>URUZCA</b>	<b>MEGAROK</b>
Gravedad Especifica de Volumen Sd	2.64	2.449
Gravedad Especifica (SSS) Ss	2.72	2.591
Gravedad Especifica aparente Sa	2.87	2.854
Absorcion A (%)	3.03	5.8

**Fuente:** Elaborado por los investigadores

### Determinación de la masa unitaria (Peso Volumétrico)

Luego de realizar el proceso respectivo para la determinación de la masa unitaria, se muestra en la tabla 7 los resultados del material fino a utilizar en ambos diseños.

**Tabla 7:** Masa unitaria suelta del agregado fino

**ENSAYOS DE MASA UNITARIA  
SUELTA**

<b>AGREGADO FINO</b>	<b>COLIME</b>
Promedio de masa unitaria suelta (Kg/m <sup>3</sup> )	1404

**Fuente:** Elaborado por los investigadores

### Dosificación del concreto

Una vez analizado las propiedades físicas de los agregados de manera independiente, se procede a determinar las proporciones de los componentes del concreto para las dos canteras analizadas. En la tabla 8 se muestra las cantidades respectivas según el cálculo realizado y debido con las propiedades de los agregados se requiere de mayor cantidad de materiales para el diseño de la cantera Megarok.

**Tabla 8:** Dosificación del concreto para cantera "Uruzca"

<b>Dosificación para 1 m<sup>3</sup> de hormigon</b>	
<b>Material (kg)</b>	<b>Cantidad</b>
Cemento (kg)	303.00
Arena de Colimes (kg)	997.00
Ripio (kg)	995.00
Agua (lt)	145.00
Relacion agua/ cemento	0.48

**Fuente:** Elaborado por los investigadores

En la tabla 9 se presenta la dosificación de los materiales obtenida mediante el análisis de los agregados de la cantera Megarok, las cantidades corresponde para un metro cubico de hormigón.

**Tabla 9:** Dosificación del concreto para cantera "Megarok"

<b>Dosificación para 1 m<sup>3</sup> de hormigon</b>	
<b>Material (kg)</b>	<b>Cantidad</b>
Cemento (kg)	349.00
Arena de Colimes (kg)	986.00
Ripio (kg)	945.00
Agua lt	160.00
Relacion agua/ cemento	0.46

**Fuente:** Elaborado por los investigadores

**Hormigón de cemento hidráulico. Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de cemento hidráulico**

Con el fin de corroborar los diseños teóricos calculados, se procedió a elaborar los especímenes de hormigón cumpliendo la relación entre diámetro y altura ( $H=2D$ ). En la tabla 10 se muestran los resultados de las pruebas a compresión de los cilindros confeccionados con agregados de la cantera Uruzca, con los respectivos porcentajes en relación con la resistencia requerida, permitiendo corroborar las dosificaciones utilizadas.

**Tabla 10:** Resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de cemento hidráulico de la cantera “Uruzca”

Edad	Resistencia de diseño (Kg/cm2)	Resistencia (Kg/cm2)	Porcentaje (%)
7	210	193.06	91.93
7	210	195.59	93.14
14	210	230.32	109.68
14	210	232.79	110.85
28	210	259.15	123.40
28	210	252.78	120.37

**Fuente:** Elaborado por los investigadores

Estos resultados son graficados mediante barras que facilitan la interpretación de las pruebas a los 7, 14 y 28 días de fabricación de los especímenes como se observa en la figura 2.

**Figura 2:** Resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de cemento hidráulico de la cantera “Uruzca”



**Fuente:** Elaborado por los investigadores

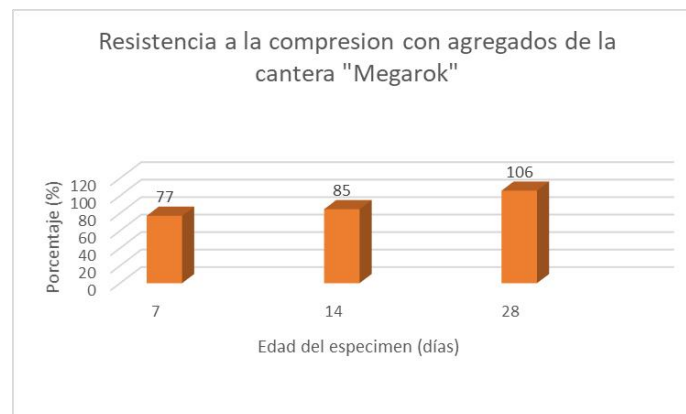
Así mismo, se presenta en la tabla II los resultados de los especímenes confeccionados con los agregados de la cantera "Megarok," los valores de resistencia experimentales a los 28 días son superiores a la resistencia de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto, la dosificación del concreto aplicada es adecuada, y en la figura 3 se muestran los resultados graficados en barras verticales.

**Tabla II:** Resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de cemento hidráulico de la cantera "Megarok"

Edad	Resistencia de diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)
7	210	159.43	75.92
7	210	164.37	78.27
14	210	190.98	90.94
14	210	189.04	90.02
28	210	220.46	104.98
28	210	223.96	106.65

**Fuente:** Elaborado por los investigadores

**Figura 3:** Resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de cemento hidráulico de la cantera "Megarok"



**Fuente:** Elaborado por los investigadores

### Análisis de costos

Con las proporciones establecidas en los diseños se calculó el costo de cada dosificación de concreto incluyendo el transporte del agregado fino, esto se muestra en las tablas 12 y 13. Al comparar estas tablas se puede apreciar que la cantera "Uruzca" tuvo un ahorro significativo de \$7.63 por cada metro cúbico.

**Tabla 12:** Costo de dosificación del concreto para cantera "Uruzca"

<b>Análisis de costo para un metro cúbico de hormigón con resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup></b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	
			<b>Unitario</b>	<b>Total</b>
Cemento	Sacos	6.06	\$ 7.90	\$ 47.87
Ripio	m <sup>3</sup>	0.69	\$ 11.00	\$ 7.56
Arena de Colimes	m <sup>3</sup>	0.71	\$ 10.26	\$ 7.27
			<b>Subtotal 1</b>	\$ 62.71
Transporte arena Colimes	m <sup>3</sup> - km	69	\$ 0.15	\$ 10.35
			<b>Subtotal 2</b>	\$ 10.35
			<b>TOTAL</b>	\$ 73.06

**Fuente:** Elaborado por los investigadores

**Tabla 13:** Costo de dosificación del concreto para cantera "Megarok"

<b>Análisis de costo para un metro cubico de hormigón con resistencia 210 kg/cm2</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	
			<b>Unitario</b>	<b>Total</b>
Cemento	Sacos	6.98	\$ 7.90	\$ 55.14
Ripio	m3	0.73	\$ 11.00	\$ 7.99
Arena de Colimes	m3	0.70	\$ 10.26	\$ 7.21
			<b>Subtotal I</b>	<b>\$ 70.34</b>
Transporte arena Colimes	m3 - km	69	\$ 0.15	\$ 10.35
			<b>Subtotal 2</b>	<b>\$ 10.35</b>
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 80.69</b>

**Fuente:** Elaborado por los investigadores

Una vivienda tipo T3 requiere de 15.28 m<sup>3</sup> de hormigón para su construcción y partiendo de los costos de dosificación de concreto por metro cubico se calculó el costo de 100 viviendas, esto se muestra en la tabla 14, evidenciando un ahorro significativo de \$11,656.79 con el diseño de la cantera "Uruzca".

**Tabla 14:** Costo total de 100 viviendas T3

<b>CANTERA</b>	<b>VIVIENDA T3 (m3)</b>	<b>1 M3</b>	<b>1 VIVIENDA</b>	<b>100 VIVIENDA</b>
		<b>Precio Unitario</b>		
Uruzca	15.28	\$ 73.06	\$1,116.34	\$ 111,633.54
Mengarok	15.28	\$ 80.69	\$1,232.90	\$ 123,290.34

**Fuente:** Elaborado por los investigadores

## CONCLUSIONES

El análisis de las propiedades de los agregados pétreos es indispensable para realizar un correcto diseño de hormigón, pues su diseño está basado en sus propiedades, las cuales son obtenidas mediante ensayos que son realizados aplicando normas estandarizadas.

Con las dosificaciones de concreto para ambas canteras se pudo obtener el costo por m<sup>3</sup>, el costo de 1 y 100 viviendas T3, obteniendo que con agregados de la cantera "Uruzca" se tiene un ahorro de \$7.63, \$116.57 y \$11656,79 respectivamente, cuyos valores expresados en porcentaje simboliza un 9.45%.

Con la información proporcionada en este artículo podría implementarse políticas y estrategias focalizadas a estas zonas, que permitan reducir costos en VIS, y que puedan ser sugeridas a las personas que obtienen los permisos municipales de construcción.

## REFERENCIAS

- Guevara Fallas, G., Hidalgo Madriga, C., Pizarro García, M., Rodríguez Valenciano, I., Rojas Vega, L. D., & Segura Guzmán, G. (2012). Efecto de la variación agua/cemento en el concreto. *Tecnología en Marcha*, 25(2), 80-86.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2010). *Hormigón de cemento Hidráulico. Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilindros de hormigón de cemento Hidráulico*.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). *Aridos para hormigón. Determinación del contenido total de Humedad*. Quito. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/862.pdf>
- León, M. P., & Ramírez, F. (2010). Caracterización morfológica de agregados para concreto mediante el análisis de imágenes. *Ingeniería de Construcción*, 25(2), 215 - 240.
- C. Andrade, & R. D'Andrea. (2011). La resistividad eléctrica como parámetro de control del hormigón y de su durabilidad. *Revista AlconpatT*, 1(2), 90-98.
- Carrillo, J., & Echeverri, F. (2015). Evaluación de los costos de construcción de sistemas estructurales para viviendas de baja altura y de interés social. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, XVI(4), 479-490.
- Chan Yam, J. L., Solís Carcaño, R., & Moreno, É. I. (2003). Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto. *Ingeniería*, 39-46.
- I. Vegas, I. Azkarate, A. Juarrero, & M. Frías. (2009). Diseño y prestaciones de morteros de albañilería elaborados con áridos reciclados procedentes de

escombro de hormigón. *Materiales de Construcción*, 59(295), 5-18.  
doi:10.3989/mc.2009.44207

IdealAlambrec. (2020). Proyecto Juntos por ti. *Catalogo de casas*, 138-257.

Instituto Ecuatoriano de Normalizacion . (2010). *Hormigón de Cemento Hidráulico. Determinación de la resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de hormigón de cemento hidráulico*. Quito.

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2010). *Arido. Determinación de la masa unitaria (peso volumetrico) y el porcentaje de vacios*. Quito.

Intituto Ecuatoriado de Normalizacion . (2010). *Aridos. Determinacion de la densidad, densidad relativa (gravedad especifica) y absorción del agregado fino*. Quito.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (Octubre de 2018). Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/02/Documento-Proyecto-Casa-para-Todos-vf.pdf>

Pérez Pérez, A. L. (2016). El diseño de la vivienda de interés social. La satisfacción de las necesidades y expectativas del usuario. *Revista de Arquitectura*, 18,(1), 67-75.

Polit Roldos , P. (2021). Sistema de vivienda la casa como diagrama del habitar. *Revista de Diseño Arquitectura y Construccion* , 1-32.

Solís, R. G., Moreno, E. I., & Arjona, E. (2012). Resistencia de concreto con agregado de alta absorción y baja relación a/c. *Revista ALCONPAT*, 2(1), 21-28.

Videla C., C., & López C., M. (s.f.). Dosificación de Hormigones Livianos. *Revista Ingenieria de Cosntrucción*, 17-24.