

# Effect of Round and Angular Shape of Coarse Aggregate on Concrete Strength - 2021

Campos-Vasquez Neicer, Maestro en Ciencia Económicas, Rios-Carlos Luz Clarita, Chupa-Quinde Arturo Alexander, Cruz-Trigoso Bryam, Manturano-Chipana Rubén Kevin, Maestro en Educación, Zaga-Terbullino Zenon Eduardo, Maestro en Dirección de la Construcción, Vereau-Miranda Edmundo, Maestro en Administración Estratégica. Universidad Privada del Norte, Perú, neicer.campos@upn.edu.pe, n00233432@upn.pe, n00223445@upn.pe, n00216550@upn.pe, ruben.manturano@upn.edu.pe, zenon.zaga@upn.edu.pe, edmundo.vereau@upn.edu.pe

*Abstract– In engineering focused on construction, the guarantee of a good concrete result depends on the technology used in its elaboration, among which great importance falls on the materials used such as coarse aggregates, either with an angular or rounded contour. To do this, after a systematic review, the results regarding the compressive strength obtained from concretes with different contours mentioned were analyzed. Concluding the evaluation, it is confirmed that the contour of the coarse aggregate does affect the firmness of the concrete, especially the rounded shape, which presented better effects than the corner stone in the tests studied.*

**Keywords:** Coarse aggregate, Concrete, Strength, Durability, Behavior, rounded, angular, contour.

**Digital Object Identifier (DOI):**

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.238>

**ISBN:** 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

# Efecto de la forma redondeada y angular del agregado grueso en la resistencia del concreto - 2021

Campos-Vasquez Neicer, Maestro en Ciencia Económicas, Ríos-Carlos Luz Clarita, Chupa-Quinde Arturo Alexander, Cruz-Trigoso Bryam, Maturano-Chipana Rubén Kevin, Maestro en Educación, Zaga-Terbullino Zenon Eduardo, Maestro en Dirección de la Construcción, Vereau-Miranda Edmundo, Maestro en Administración Estratégica. Universidad Privada del Norte, Perú, neicer.campos@upn.edu.pe, n00233432@upn.pe, n00223445@upn.pe, n00216550@upn.pe, ruben.maturano@upn.edu.pe, zenon.zaga@upn.edu.pe, edmundo.vereau@upn.edu.pe

*Resumen– En la ingeniería enfocada a la construcción, la garantía de un buen resultado del hormigón depende de la tecnología utilizada en su elaboración, dentro de la cual recae gran importancia en los materiales utilizados como los áridos gruesos, ya sea con contorno angular o redondeado. Para ello, tras una revisión sistemática, se analizaron los resultados en cuanto a la resistencia a compresión obtenidos a partir de hormigones con los diferentes contornos mencionados. Concluyendo la evaluación, se confirma que el contorno del agregado grueso sí afecta la firmeza del concreto, especialmente la forma redondeada, que presentó mejores efectos que la piedra angular en los ensayos estudiados.*

**Palabras clave:** Árido grueso, Concreto, Resistencia, Durabilidad, Comportamiento, redondeado, angular, contorno.

## I. INTRODUCCIÓN

En el campo de la construcción el concreto es uno de los materiales más utilizados, ya que tiene la propiedad de resistencia a la compresión siendo el de mayor análisis. En este sentido, es importante mencionar que los agregados pétreos se caracterizan por ser recursos susceptibles al almacenamiento y en su mayoría se consideran no perecederos [1].

La necesidad de contar con un concreto de calidad hace indispensable conocer a detalle sus componentes, ya que tanto la resistencia como la durabilidad dependen de las propiedades físicas y químicas de ellos, especialmente de los agregados tanto fino como gruesos. Sin embargo, uno de los problemas que generalmente encuentran los ingenieros y los constructores al emplear el concreto, es la poca verificación de las características de los agregados pétreos que se utilizan.

El origen del agregado grueso toma un papel primordial porque posee distintas características como: forma, tamaño, gradación, capacidad de absorción y demás propiedades incidentes en el comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido; dichas propiedades vienen dadas fundamentalmente por su origen, ya sea natural o por extracción en canteras. La resistencia del hormigón puede verse afectada porque está directamente relacionada con el tipo de agregado utilizado en la mezcla [2].

El objetivo de este trabajo es conocer cómo afecta la forma redondeada y angular del agregado grueso en la resistencia del concreto.

Teniendo en consideración sus características respectivas, donde se examinará la forma del agregado grueso usado para la elaboración del concreto. Teniendo en cuenta que el agregado grueso abarca diferentes tipos de características como: Origen, clasificación, Estado húmedo del agregado, dosificación, forma, resistencia, adherencia, preparación de materiales, durante el mezclado, granulometría, peso específico, absorción y humedad, peso unitario, huecos y vacíos. Nos limitaremos a estudiar la forma del agregado grueso en la preparación de la mezcla de concreto con un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> [3]. Los datos aplicados en el diseño provienen de la Norma Técnica Peruana 400.037 – 2014.

Por todo lo mencionado, la pregunta de investigación formulada es ¿Cómo afecta el agregado grueso, según su forma de contorno redondeada y angular en la resistencia del concreto? La contestación se especificará en el apartado de resultados.

## II. METODOLOGÍA

En función a la problemática planteada, la metodología de la presente investigación es una revisión sistemática para seleccionar y analizar la literatura científica acerca del impacto obtenido en la resistencia del concreto según la forma de contorno redondeada y angular que tiene el agregado utilizado.

Dicha revisión de la literatura se hizo mediante la búsqueda de artículos científicos, revistas científicas, tesis y libros, en base de datos como Google Académico, Redalyc y Scielo. Con un periodo de vigencia entre los años 2010 al 2021 con la finalidad de dar respuesta a nuestra pregunta de investigación formulada: ¿Cómo afecta el agregado grueso, según su forma de contorno redondeada y angular en la resistencia del concreto? Se utilizó una búsqueda avanzada en los metabuscadores ya mencionados tomando en cuenta filtros como las siguientes palabras clave:

- Forma redondeada
- Forma angular
- Agregado grueso
- Resistencia
- Concreto

Ya aplicadas dichas restricciones como el intervalo de tiempo 2010-2021 y que abarque la disciplina de ingeniería civil, nuestras palabras clave dieron como resultado en los motores de búsqueda un total de 15620 artículos disponibles.

**TABLA 1**  
Estadística de búsqueda según filtros y metabuscador.

Metabuscador	Resultados Disponibles
Google Académico	2130
Redalyc	13270
Scielo	120
<b>Total</b>	<b>15620</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Seguidamente de la fase de búsqueda e identificación de cantidad de registros, se continuó el criterio de inclusión, para ello el título y resumen de los artículos debía cumplir con los siguientes aspectos:

- Que contengan información referente a la forma del agregado grueso.
- Que la información se relaciona con la Tecnología del Concreto.
- Que la información no sea muy antigua.
- Que contenga material científico respaldado por una bibliografía clara y concisa.

Obteniéndose así 20 artículos seleccionados que de primera instancia abarcan nuestro objetivo e intentan responder a nuestra pregunta de investigación planteada. Dicha información corresponde a cada motor de búsqueda es cogido.

**TABLA 2**  
Artículos escogidos y motor de búsqueda.

Metabuscador	Artículos escogidos
Google Académico	13
Redalyc	4
Scielo	3
<b>Total</b>	<b>20</b>

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo en cuenta el intervalo de tiempo 2010-2021 que se tomó como filtro de inclusión, así también para tener un mejor conocimiento de la antigüedad de nuestra información recolectada se elaboró el gráfico presentado a continuación donde se nombra la cantidad de artículos y el año de su publicación.

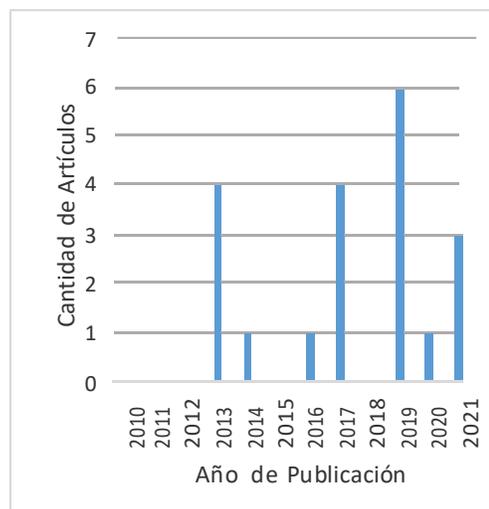


Fig. 1 Año de publicación y cantidad de artículos. Fuente: Elaboración Propia.

Como consecuencia, se presenta una tabla resumen de los 20 artículos con sus respectivos títulos, autores y año de publicación.

**TABLA 3**  
Artículos seleccionados según los criterios de inclusión.

Nro.	Título	Autor	Año
1	Interacción de la concha de abanico triturada con los agregados triturados y redondeados en mezclas de concreto.	Saavedra Gonzaga, J.R.	2016
2	Estudio comparativo de la resistencia de compresión y durabilidad del concreto usando agregado grueso de perfil redondeado y agregado grueso	Burgos Ascoy, D. M.	2019
3	Durabilidad del concreto con agregados de alta absorción.	Solís-Carcaño, Rómel Gilberto; Alcocer-Fraga, Miguel Ángel.	2019
4	Influencia del nanosilice en el concreto con agregado angular y agregado redondeado	Loayza Puma, K. A.	2017
5	Estudio de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 175$ kg/cm <sup>2</sup> sustituyendo el agregado grueso con vidrio triturado tipo Sodo cálcico.	Cortez Peñaloza, E.L.	2017
6	Evaluación de un mortero preparado con agregados reciclados de un concreto mejorado por carbonatación: Una mirada a la construcción sustentable.	Muñoz, A.; Torres, N.; Guzmán, A	2019
7	Identificación de la variación en la resistencia del concreto debido al origen del agregado grueso.	Abril Gil, M. L., & Ramos Sánchez, A. M.	2017
8	Caracterización físico-mecánica de agregados pétreos de la formación geológica Toluvejo (Sucre) para producción de concreto	Bracamonte Miranda, Alex José; Vertel Morinson, Melba Liliana; Cepeda Coronado,	2013

Nro.	Título	Autor	Año
		Jesús Antonio	
9	Influencia del tamaño máximo nominal del agregado grueso en la resistencia y costo del concreto, teniendo en cuenta 3 métodos de diseño de mezclas.	Taico Lezama, P.E.	2020
10	Aprovechamiento sostenible de residuos poliméricos como agregados del concreto.	Natalia Fuentes M.	2021
11	Influencia del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de resistencia $F' C = 210 \text{ KG/CM}^2$ .	Mollo Escalante, B. A., & Rosas lipa, J. L.	2019
12	Diseño de mezclas de Concreto de Alta Resistencia	Sandoval Garay, C	2021
13	Análisis comparativo de la resistencia a compresión de un concreto con sustitución del agregado grueso por poliestireno expandido modificado, utilizando agregados de cunyac y vicho frente a un concreto patrón convencional de $210 \text{ kg/cm}^2$ .	Sota Peña, V. O., & Álvarez Carpio, Y.	2017
14	Diseño de Concreto Autocompactante con agregado angular y sub – redondeado.	Gonzales Custodio, José Miguel, Grandez Vargas, Sherly	2013
15	Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a compresión de un concreto convencional.	Cubas Resurrección, H. A., & Cabrera Herrera, J	2019
16	Evaluación de concreto elaborado con agregados de canteras de río y de cerro de los Andes del norte de Perú.	Herrera, L. U., & Sánchez, E. C.	2021
17	Caracterización físico-mecánica de agregados pétreos de la formación geológica Toluvejo (Sucre) para producción de concreto	Alex José Bracamonte Miranda, Melba Liliana Vertel Morinson, Jesús Antonio Cepeda Coronado	2013
18	Durabilidad del concreto con agregados de alta absorción.	Rómel Gilberto S. Miguel A	2019
19	Corrosión por cloruros del acero de refuerzo embebido en concreto con agregado grueso reciclado y materiales cementantes suplementarios.	Corral H, Ramón; Arredondo R, Susana; Almara I S, Jorge; Gómez S, José.	2013
20	Influencia de la forma y textura del agregado grueso de la cantera plano en la consistencia y resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Jaén-Cajamarca.	Delgado, C., & Alexander, W.	2014

Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado, continuando con la revisión sistemática de la metodología a la cual se basó nuestro artículo de investigación, se siguió con los criterios de exclusión con la finalidad de delimitar el tema, obteniendo como resultado la selección de 04 artículos que serán analizados en el capítulo

de resultados, a continuación, mencionamos dichos aspectos que se consideraron para excluir:

- Artículos que discrepen de nuestro objetivo.
- Artículos repetidos en caso de que se encuentren
- Artículos y revistas que contengan las palabras claves, pero no resultados concretos.
- Artículos en idioma distinto del español.

Finalmente, gracias a la metodología utilizada de inclusión y exclusión se logró reducir a 04 artículos publicados en español que están realmente enfocados en el estudio de la forma redondeada y angular del contorno del agregado grueso y su relación en la resistencia del concreto. Dichos artículos resultantes para analizar son los siguientes.

**TABLA 3**  
Resultado de los Artículos Seleccionados.

Nro.	Título	Autor	Año
1	Estudio comparativo de la resistencia de compresión y durabilidad del concreto usando agregado grueso de perfil redondeado y agregado grueso	Burgos Ascoy, D. M.	2019
2	Influencia de la forma y textura del agregado grueso de la cantera plano en la consistencia y resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Jaén-Cajamarca.	Delgado, C., & Alexander, W.	2014
3	Influencia del nanosilice en el concreto con agregado angular y agregado redondeado	Loayza Puma, K. A.	2017
4	Influencia del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de resistencia $F' C = 210 \text{ KG/CM}^2$ .	Mollo Escalante, B. A., & Rosas lipa, J. L.	2019

Fuente: Elaboración Propia.

### III RESULTADOS

De las tablas previas, se puede resaltar que se buscaron las fuentes necesarias para elaborar un reporte de hallazgos y poder representar mediante ellas, una comparación entre las diversas características de cada participante.

A continuación, se presentan dos tablas, la tabla Nro. 04 con el resumen de los materiales utilizados en cada artículo y en la tabla Nro. 05 los resultados de la resistencia a compresión.

**TABLA 4**  
Resumen de los materiales utilizados.

ART.	MATERIALES	
1	<b>Mezcla de Concreto Redondeada y Angular</b>	
	1 m3 de agregado grueso de perfil angular (piedra chancada)	
	1 m3 de agregado grueso de perfil Redondeado (Gravilla)	
	1 m3 de agregado Fino (Arena Gruesa) 1 Bolsa de Cemento Pacasmayo - Rojo	
2	<b>Mezcla de Concreto Redondeada</b>	
	Cemento	Es del Tipo 1, portland normal con peso específico relativo de 3,15.
	Agua	Agua potable de la EPS
	Agregados	La arena y la grava se extrajo de forma natural y la piedra chancada se extrajo del acopio de materiales después del proceso de trituración de las rocas de la Cantera Olano.
	Aire atrapado	Del método del ACI-211, el aire atrapado en el concreto depende del tamaño máximo del agregado
3	<b>Mezcla de Concreto Angular</b>	
	Cemento	Volumen abso. 0.185
	Agregado fino	Volumen abso. 0.253
	Agregado Grueso	Volumen abso. 0.309
	Agua	Volumen abso. 0.228
	Aire	Volumen abso. 0.025
	<b>Mezcla de Concreto Redondeado</b>	
	Cemento	Volumen abso. 0.185
	Agregado fino	Volumen abso. 0.215
	Agregado Grueso	Volumen abso. 0.348
4	<b>Mezcla de Concreto Redondeado</b>	
	Peso específico	2.37 g/cm3
	Peso unitario suelto	1428.52 kg/m3
	Peso unitario varillado	1525.03 kg/m3
	TMN	3/4"
	% Absorción	2.90%
	% Humedad	0.84%

Fuente: Elaboración Propia.

TABLA 5

Resultados de la resistencia a compresión.

ART.	RESULTADOS	
1	<b>Agregado Redondeado (Gravilla)</b>	
	7 días	331 kg/cm2
	14 días	671 kg/cm2
	28 días	715 kg/cm2
	<b>Agregado Angular (Piedra Chancada)</b>	
	7 días	324 kg/cm2
14 días	576 kg/cm2	
28 días	688 kg/cm2	
2	<b>fe= 210 Kg/cm2</b>	
	7 días	123,21 kg/cm2
	14 días	184,12 kg/cm2
	28 días	212,59 kg/cm2
	<b>fe= 175 Kg/cm2</b>	
	7 días	98,15 kg/cm2
14 días	134,16 kg/cm2	
28 días	164,84 kg/cm2	
3	<b>Resistencia a la Compresión Angular</b>	
	7 días	319.46 Kg/cm2
	14 días	390.97 Kg/cm2

4	28 días	447.6 Kg/cm2
	<b>Resistencia a la Compresión Redondeado</b>	
	7 días	291.47 Kg/cm2
	14 días	373.17 Kg/cm2
	28 días	422.23 Kg/cm2
	<b>slump=3 1/2", a/c=0.513</b>	
	7 días	176.68kg/cm2
	14 días	210.16kg/cm2
	28 días	241.08kg/cm2
	<b>slump=2 3/8", a/c=0.510</b>	
	7 días	182.58kg/cm2
	14 días	219.83kg/cm2
28 días	253.60kg/cm2	
<b>slump=5 5/8", a/c=0.538</b>		
7 días	150.42kg/cm2	
14 días	187.42kg/cm2	
28 días	217.52kg/cm2	

Fuente: Elaboración Propia.

Seguidamente se muestran los Gráficos, para complementar las tablas de los resultados.

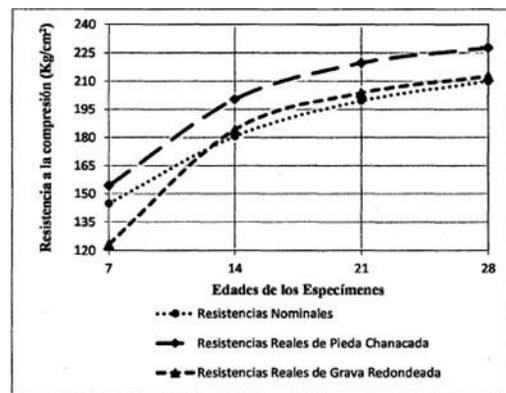


Fig. 3 Resultado de las resistencias del promedio con relación a las edades del artículo Nro. 02. [14]

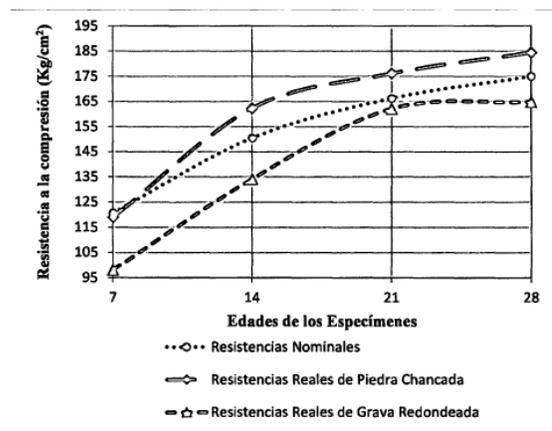


Fig. 4 Resultado de las resistencias del promedio con relación a las edades del artículo Nro. 02. [14]

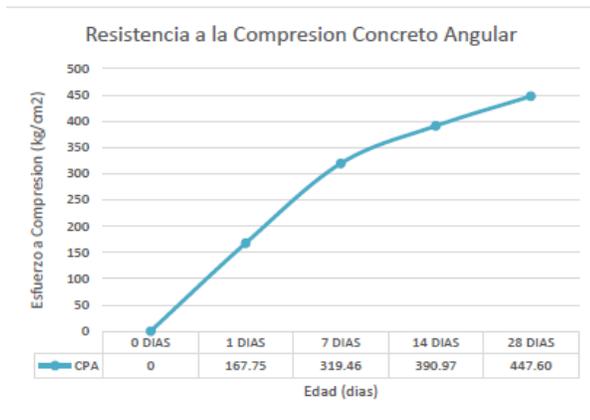


Fig. 5 Resultado de las resistencias del promedio con relación a las edades del artículo Nro. 03. [8]

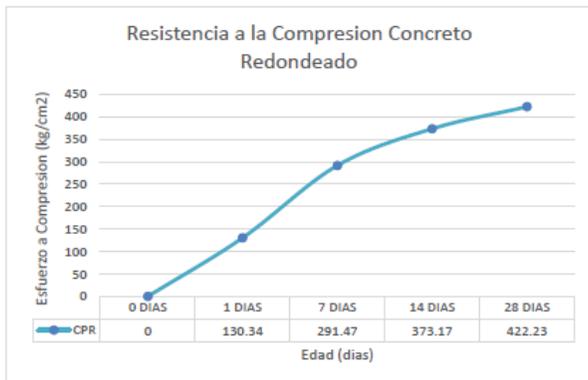


Fig. 6 Resultado de las resistencias del promedio con relación a las edades del artículo Nro. 03. [8]

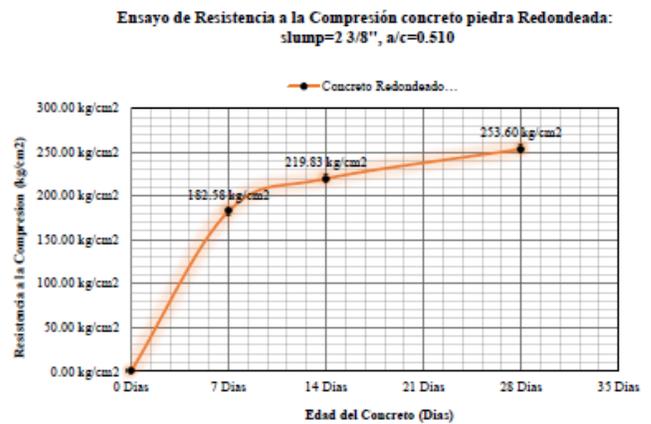


Fig. 8 Resultado de las resistencias del promedio con relación a las edades del artículo Nro. 04. [5]

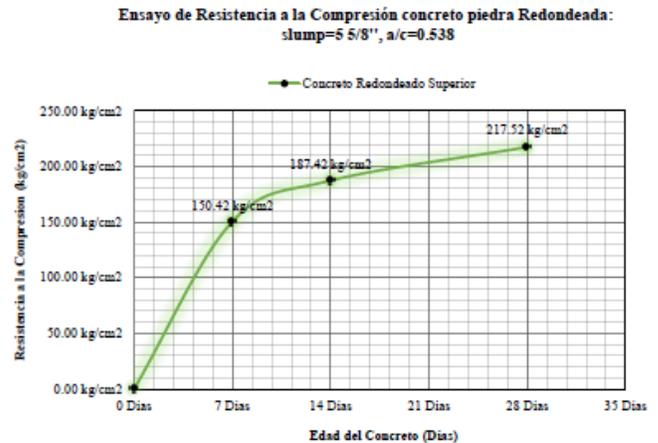


Fig. 9 Resultado de las resistencias del promedio con relación a las edades del artículo Nro. 04. [5]

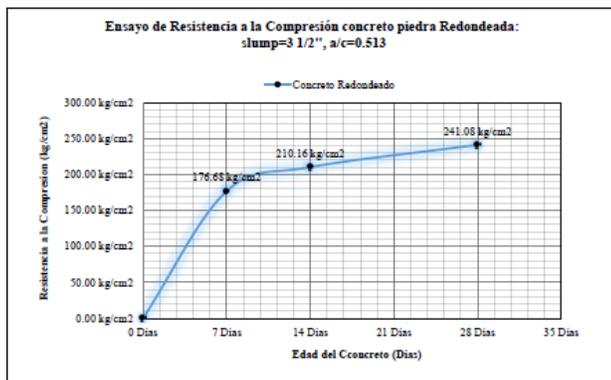


Fig. 7: Resultado de las resistencias del promedio con relación a las edades del artículo Nro. 04. [5]

#### IV. CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN

El objetivo de nuestra investigación es conocer el efecto que proporciona los contornos del agregado grueso en la resistencia del concreto, En ese sentido, se busca responder a la pregunta de investigación propuesta: ¿Cómo afecta el agregado grueso, según su forma de contorno redondeada y angular en la resistencia del concreto? La forma angular y textura áspera de la piedra chancada permiten, en el concreto fresco una buena adhesión del agregado con la pasta de cemento y le brinda a la mezcla menor asentamiento es decir mayor consistencia; ocurre en menor medida con la grava de río, que por su forma redondeada y textura lisa la unión con la pasta de cemento es débil, y sumada a la poca agua de mezcla que absorbe por sus características de superficie, da un incremento de fluidez en el mortero, obteniéndose mezclas con mayores asentamientos, es decir menos consistentes.

Por otro lado, los agregados de forma redondeada producen concretos con mejores propiedades de fluidez, que los agregados de forma angular, estos por su forma tienden a impedir que el concreto fluya con facilidad, pero se observa en

el concreto con agregado angular una tendencia constante llegando a igualar al concreto con agregado redondeado.

La absorción del agregado grueso si influye en la resistencia a la compresión para un concreto de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ . Debido a esto el agregado redondeado de sabandía con una absorción igual a 2.9 % obtuvo una resistencia a la compresión igual a  $241.08 \text{ kg/cm}^2$  superando la resistencia a la compresión de  $230.96 \text{ kg/cm}^2$  que obtuvo el agregado chancado de Alto Misti con una absorción de 3.20% [5].

Se constató que la forma y textura del agregado grueso si influye en la trabajabilidad y fluidez del concreto. Para los asentamientos de 3" a 4" la piedra de características redondeada y lisa de la cantera de Sabandía obtuvo un asentamiento de 3 1/2" consumiendo 28.34 litros de agua en su diseño de mezcla patrón, trabajando mejor que la piedra angular y rugosa de la cantera de Alto Misti que obtuvo un asentamiento de 3 5/8" consumiendo 29.4 litros de agua en su diseño de mezcla patrón. Debido a esto el agregado grueso redondeado mejoro su resistencia a la compresión [6].

Para el mismo diseño de mezclas, los concretos elaborados a base de piedra chancada de forma angular y textura áspera tienen mayor resistencia a la compresión que los concretos hechos con grava de rio de forma redondeada y textura lisa (en porcentajes que varían entre 8% y 16%), debido al mejor enganche y adherencia mecánica que logran la forma y textura de la piedra chancada con la pasta de cemento y que se da en menor medida con la grava redondeada [4].

## I. REFERENCIAS

- [1] Yam, J. L. C., Carcaño, R. S., Moreno y É. I. ., «Influencia de los agregados pétreos,» 2003.
- [2] A. Gil, M. L., R. Sánchez y A. M., «Identificación de la variación en la resistencia del concreto debido al origen del agregado grueso,» p. 105, 2017.
- [3] N. Ramos y L. M., «Diseño de una planta de fabricación de ladrillo a partir de plástico reciclado en el parque industrial Piura Futura,» 2019
- [4] Alexander, c. d.. influencia de la forma y textura del agregado grueso de la. 117. 2014
- [5] Mollo escalante; b. a.; & rosas lipa; j. l. (2019). Influencia del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de resistencia  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ . 253.
- [6] Burgos Ascocoy, D. M. (2019). Estudio comparativo de la resistencia de compresión y durabilidad del concreto usando agregado grueso de perfil redondeado y agregado grueso. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12377>
- [7] Contreras, A. (2014). Influencia de la forma y textura del agregado grueso de la cantera Olano en la consistencia y resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Jaén-Cajamarca. <http://190.116.36.86/handle/UNC/504>
- [8] Loayza Puma, K. A. (2017). Influencia del nanosilice en el concreto con agregado angular y agregado redondeado. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2382>
- [9] Saavedra Gonzaga, J. R. (2016). Interacción de la concha de abanico triturada con los agregados triturados y redondeados en mezclas de concreto. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2582>
- [10] Cortez Peñaloza, E. L. (2017). Estudio de la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$  sustituyendo el agregado grueso con vidrio triturado tipo Sodo Callico. <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/252>  
<https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/252>
- [11] Abril Gil, M. L., & Ramos Sánchez, A. M. (2017). Identificación de la variación en la resistencia del concreto debido al origen del agregado grueso.
- [12] Taico Lezama, P. E. (2020). Influencia del tamaño máximo nominal del agregado grueso en la resistencia y costo del concreto, teniendo en cuenta 3 métodos de diseño de mezclas. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24745>
- [13] Herrera, L. U., & Sánchez, E. C. (2021). Evaluación de concreto elaborado con agregados de canteras de río y de cerro de los Andes del norte de Perú. <https://unach.edu.pe/rcnorandina/index.php/ciencianorandina/articulo/view/245>
- [14] Sandoval Garay, C. (2021). Diseño de mezclas de Concreto de Alta Resistencia. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/4061>
- [15] Sota Peña, V. O., & Alvarez Carpio, Y. (2017). Análisis comparativo de la resistencia a compresión de un concreto con sustitución del agregado grueso por poliestireno expandido modificado, utilizando agregados de cunyac y vicho frente a un concreto patrón convencional de  $210 \text{ kg/cm}^2$ . <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/1600>
- [16] Gonzales Custodio, José Miguel, Grandez Vargas, Sherly (2013) Diseño de Concreto Autocompactante con agregado angular y sub – redondeado. <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/4208>
- [17] Cubas Resurrección, H. A., & Cabrera Herrera, J. (2019). Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a compresión de un concreto convencional. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2257>
- [18] Alex José Bracamonte Miranda, Melba Liliana Vertel Morinson, Jesús Antonio Cepeda Coronado (2013). Caracterización físico-mecánica de agregados pétreos de la formación geológica Tolviejo (Sucre) para producción de concreto. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84929153020>
- [19] Rómel Gilberto S. Miguel A. (2019). Durabilidad del concreto con agregados de alta absorción. <https://www.redalyc.org/journal/404/40465053003/html/>
- [20] Natalia Fuentes M. (2021). Aprovechamiento sostenible de residuos poliméricos como agregados del concreto. <https://www.redalyc.org/journal/339/33968022002/html/>
- [21] Bracamonte Miranda, Alex José; Vertel Morinson, Melba Liliana; Cepeda Coronado, Jesús Antonio (2013) Caracterización físico-mecánica de agregados pétreos de la formación geológica Tolviejo (Sucre) para producción de concreto. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84929153020>
- [22] Corral H, Ramón; Arredondo R, Susana; Almaral S, Jorge; Gómez S, José. (2013). Corrosión por cloruros del acero de refuerzo embebido en concreto con agregado grueso reciclado y materiales cementantes suplementarios. [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732013000100002&lang=es](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732013000100002&lang=es)
- [23] Muñoz, A.; Torres, N.; Guzmán, A. (2019). Evaluación de un mortero preparado con agregados reciclados de un concreto mejorado por carbonatación: Una mirada a la construcción sustentable. [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732019000100025&lang=es](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732019000100025&lang=es)
- [24] Solís-Carcaño, Rómel Gilberto; Alcocer-Fraga, Miguel Angel. (2019). Durabilidad del concreto con agregados de alta absorción. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-77432019000400003&lang=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432019000400003&lang=es).