

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v6i11edespmayo.0095>

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO Y SU INFLUENCIA EN LA POROSIDAD DE UN HORMIGÓN ELABORADO CON FIBRA DE VIDRIO

MAXIMUM SIZE OF THE AGGREGATE AND ITS INFLUENCE ON THE POROSITY OF A CONCRETE MADE WITH GLASS FIBER

Escobar-Hurtado Jonathan Stalyn ¹; Guerra-Mera Juan Carlos ²;
Eguez-Álava Hugo Ernesto ³

¹ Departamento de Construcciones Civiles, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas. Universidad Técnica de Manabí, UTM. Portoviejo, Ecuador.
Correo: jescobar5357@utm.edu.ec.

² Departamento de Construcciones Civiles, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas. Universidad Técnica de Manabí, UTM. Portoviejo, Ecuador.
Correo: juan.guerra@utm.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6597-0022>

³ Departamento de Construcciones Civiles, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas. Universidad Técnica de Manabí, UTM. Portoviejo, Ecuador.
Correo: hugo.eguez@utm.edu.ec.

Resumen

Debido a la trascendencia de la granulometría, dentro del área de conocimiento en materia de la construcción, la misma que nos permite estudiar y conocer el tamaño de los agregados al momento de hacer una mezcla, como es el caso del agregado grueso, dentro del estudio en la porosidad del hormigón. Esta investigación tiene como objetivo principal, evaluar el tamaño máximo del agregado y su influencia en la porosidad de un hormigón, elaborado con fibra de vidrio como sustituto de este; a través de la metodología de Goran Fagerlund. Para la evaluación de la porosidad en un hormigón convencional con fibra de vidrio, se efectuaron en base a un diseño por el método ACI y con una resistencia de 21MPa. Las muestras empleadas de los agregados gruesos, provinieron de la cantera COPETO.C. LTDA ubicada en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. De los resultados obtenidos, se ha determinado la incidencia de los agregados gruesos en los valores del porcentaje de porosidad capilar efectivo, de 1/2" y 3/4" tienen menos del 10%, dentro de los diseños de mezcla cuando se sustituye hasta un 3% en el agregado fino. El descenso de la porosidad en las mezclas, se basó en el decrecimiento de la relación a/c con la adición de fibra de vidrio; a mayor adición de fibra de vidrio, menor asentamiento/fluidez del hormigón. Por ende, el decrecimiento de la porosidad con la adición de fibra de vidrio, mejora la redistribución de micro fisuras con el uso de este material.

Palabras clave: Granulometría, Porosidad, Resistencia a compresión, Fibra de vidrio.

Abstract

Due to the importance of the granulometry, within the area of knowledge in the field of construction, the same that allows us to study and know the size of the aggregates at the moment of making a mixture, as is the case of coarse aggregate, within the study of the porosity the concrete. This investigation has as main objective, to evaluate the maximum size of the aggregate and its influence on the porosity of a concrete, made with glass fiber as a substitute for this; through Goran Fagerlund's methodology. For the evaluation of porosity in a conventional concrete with glass fiber, were carried out on the basis of a design by the ACI method and with a resistance of 21MPa. The samples used of the coarse aggregates came from the quarry COPETO.C. LTDA located in the province of Santo Domingo de los Tsáchilas. From the results obtained, it has been

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 09 de febrero de 2023.

Fecha de aceptación: 28 de abril de 2023.

Fecha de publicación: 12 de mayo de 2023.



determined the influence of coarse aggregates on the percentage of effective capillary porosity values, of 1/2" and 3/4" have less than 10%, within the mixing designs when it is replaced up to 3% in the fine aggregate. The decrease of the porosity in the mixtures was based on the decrease in the a/c ratio with the addition of glass fiber; the greater the addition of glass fiber, the lower the settling/fluidity of the concrete. Therefore, the decrease of porosity with the addition of glass fiber improves the redistribution of micro-cracks with the use of this material.

Keywords: Granulometry, Porosity, Compressive strength, glass fiber.

1. Introducción

Dada la importancia de la granulometría, que es la medición de los agregados tanto finos como gruesos de una forma sedimentaria, en donde a los agregados gruesos se lo evaluarán por el tamaño máximo nominal para su resistencia y porosidad efectiva. (Camacho Hernández, 2021). El tamaño máximo nominal según la norma E.060 del RNE (2014), de acuerdo a (Rivva, 2014) corresponde a la serie utilizada de menor tamiz que produce el primer retenido para los agregados gruesos, presentando un porcentaje no menos de 15 %, por lo tanto (Morales Castro, 2017, pág. 11.), menciona que la superficie especificada puede variar según el tamaño de los agregados para un óptimo funcionamiento.

Según (Sendra, 2020), se denomina hormigón a una piedra superficial, hechas de varios componentes diferentes para mejorar la resistencia

o cualquier característica que se desee. De tal manera, que su composición sea una combinación de agua, ripio y arena, formando una estructura.

Según (Solís & Moreno, 2006), la porosidad en el hormigón es un volumen total de los poros que influye en la resistencia y durabilidad del hormigón, por ende, su estructura depende de la relación agua cemento (a/c), grado de hidratación del cemento, volumen de aire atrapado y de agregados fino y grueso. (Solís Carcaño & Alcocer Fraga, 2019, pág. 2) Por lo tanto, al ser más poroso el hormigón, menor será su resistencia mecánica y por lo cual genera un alto índice de vulnerabilidad ante la agresividad del ecosistema, por ende, la porosidad propia de los agregados representa sus tres cuartas partes del volumen del hormigón. (Cubiña & Calvopiña, 2018).

Según (Quintero, Herrera, corzo, & García, 2017), la resistencia y su porosidad efectiva se basa en un ensayo que demuestra la calidad del hormigón mediante un diseño previo formado por agregados finos y gruesos, relación agua cemento (A/C) y la porosidad propia de los agregados que forman micro estructuras en el hormigón.

Tradicionalmente en Latinoamérica, incluido Ecuador, y algunos países europeos, dicha evaluación se realiza mediante la determinación de su resistencia a compresión. No obstante, existen otras variables que permiten evaluarlo de una manera más detallada, razón por la cual Guerra et al. (2018), sugiere que, "la porosidad efectiva juega un papel fundamental en el desempeño por durabilidad del hormigón, ya que es un parámetro que, en dependencia de su valor, permite de una manera exacta y precisa establecer y evaluar la calidad del hormigón.

El propósito fundamental de la presente investigación, es analizar la incidencia de la granulometría gruesa en sus tamaños de 3/8", 1/2", y 3/4" y cuatro diseños en base de la sustitución de fibra de vidrio en el

agregado fino, en su influencia en la porosidad, así como en la resistencia a compresión, esperando alcanzar una resistencia igual o superior a 21 MPa; cabe mencionar que, los agregados son provenientes de la cantera Copeto procedente de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Fundamentación teórica

- **Fibra de Vidrio**

La fibra de vidrio, es un material obtenido de la fundición de un producto inorgánico, tal que su forma de hilo fino sea 100 veces su diámetro, en los cuales varían de 0.10 y 0.13 mm al enfriarse sin cristalizarse generando tipos de fibras de vidrio como: vidrio tipo AR, vidrio tipo E, vidrio tipo S y vidrio tipo C. (Faria, Diaz Pérez, & Wainshtok Rivas, 2017).

Hay que mencionar, que la fibra de vidrio formada de sílice, produce un refuerzo adicional en el hormigón, que además apunta a la reducción de costos, pesos y volúmenes, dado que son tan variadas y versátiles a diferencias de la fibra de carbono que es más rígida. (Escalante Serrano, 2019).

Los agregados son parte importante del hormigón, tanto en el orden cualitativo, que garantiza una adecuada resistencia y durabilidad, así como el orden cuantitativo como su volumen. Al hablar de los agregados nos referimos a áridos finos (arena) y gruesos (ripio), utilizadas como agregadas del hormigón (Sendra, 2020, pág. 9).

Estos materiales tienen una importante repercusión en las propiedades del hormigón, por ende, una de sus principales contribuciones son las propiedades mecánicas que aporta como aglomerado en el hormigón, de tal manera, es adherente a una variedad de componentes externos como fibra de vidrio que presenta una resistencia química aceptable y resistencias a la tracción. (Fibra de Vidrio Polifiber Glass, s.f.).

Los ensayos fueron realizados mediante la normas técnicas (NTE INEN 860, 2011)) para la determinación del valor de la degradación del árido grueso, (NTE INEN 858, 2010) determinación de masa unitaria (peso volumétrico) y el porcentaje de vacío, (NTE INEN 857, 2010) determinación de la gravedad específica y absorción del árido

grueso, (NTE INEN 856, 2010) determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del árido fino, (ASTM C33) requisitos de graduación del agregado fino y grueso.

- **Cemento portland**

Se utilizó cemento Holcim tipo GU (usado en construcciones de hormigón en general), establecido en la norma (NTE INEN 2380, 2011), porque aporta una excelente resistencia mecánica, mejorando la trabajabilidad de las mezclas y reduciendo la segregación y exudación.

- **Resistencia y porosidad efectiva**

La resistencia a compresión de un hormigón es una característica mecánica de un material para resistir cargas por unidad de área (ACI 214), realizado mediante la norma (ASTM C 39/C 39M –01, 2009), como una herramienta necesaria y suficiente sobre la durabilidad de estructuras de hormigón armado, no basta solamente la determinación de la resistencia a la compresión, sino que además se tiene la necesidad de obtener hormigones con un

porcentaje de porosidad efectiva capilar inferior al 10% (Guerra et al., 2023).

Una de las propiedades del hormigón endurecido, es la porosidad efectiva, que al hablar de ello nos referimos a la porosidad interconectada y conectada a su vez con el exterior, así mismo, es la mayor influencia al transporte de los agentes agresivos al interior de la estructura.

El porcentaje de la porosidad efectiva en los hormigones, está previsto para condiciones de alta agresividad ambiental, por ende, se presentan límites de porosidad efectiva en el hormigón cuando:

$\leq 10\%$, Indica buena calidad y compacidad.

(10%; 15%), Indica moderada calidad.

$>15\%$, Indica durabilidad inadecuada.

2. Metodología

La investigación realizada es experimental, relacionada a lo descriptivo e investigativo, buscando un mejoramiento a sus propiedades

físicas-mecánicas en el hormigón, trayendo consigo soluciones a las fisuras generadas por movimientos sísmicos o contracciones por el secado y fallas de desprendimientos del mismo.

Para alcanzar este objetivo idóneo, se realizó un ensayo en función a la porosidad efectiva, en base a la granulometría gruesa para su evaluación añadiendo fibra de vidrio de manera recortada, posterior a esto se pasó por un tamiz de N°16 para la obtención de la fibra idónea para su remplazo en el agregado fino (arena lavada) en porcentajes de 1%, 2% y 3% en un diseño de hormigón de 21MPa.

El tiempo de los testigos de hormigón, se realizó a los 28 días, bajo la norma (ASTM C31, 2008), en lo cual su proceso de elaboración de los ensayos de resistencia a compresión, se basó a lo que establece la norma (ASTM C 39/C 39M -01, 2009), efectuando 36 probetas cilíndricas para su eventual ensayo y posteriormente a ello, 12 probetas más para los ensayos de porosidad efectiva acorde a la norma (ASTM C 1585-04, 2004), dando un total de 48 probetas cilíndricas a

causa de un diseño de hormigón convencional por el método ACI, para cada tipo de agregado grueso. A partir de la resistencia característica especificada de 21 MPa, para la determinación de la resistencia media a compresión requerida fue de 29,5MPa.

Las muestras para el ensayo de la porosidad efectiva se obtuvieron al realizar cortes de 30 mm de espesor, de las 12 probetas normalizadas, evitando fisuras en sus bordes, posterior a esto fueron llevadas a un secado de 50°C para su eventual enfriamiento generando un peso constante.

A continuación, las áreas laterales de las muestras fueron recubiertas por una capa de parafina como impermeabilizante a 1 cm de altura, además, se garantizó una altura de agua de 2 mm por encima del borde inferior de las muestras y la altura constante del agua a ese nivel se mantuvo con una muestra llena de

agua a 2 mm por debajo del agua en la bandeja.

Las muestras con anterioridad se pesaron en seco a temperatura ambiente de 23°C antes del contacto con el agua, posterior a esto se tomaron los pesos en función de intervalos de tiempos normalizados como: (1/12,1/6,1/4,1/2,1, 2,3,4,6,24,48,72,96,120,144 y 168)horas

Para los resultados de las muestras se emplearon los parámetros del método de absorción.

- Penetración del agua “m”
- Coeficientes de absorción “K”
- Porosidad efectiva “ ξ ”

3. Resultados

En esta investigación experimental, se realizaron ensayos bajo normas establecidas, con el fin de conocer las características mecánicas y físicas que los materiales adquieren, por medio de las disposiciones indicadas.

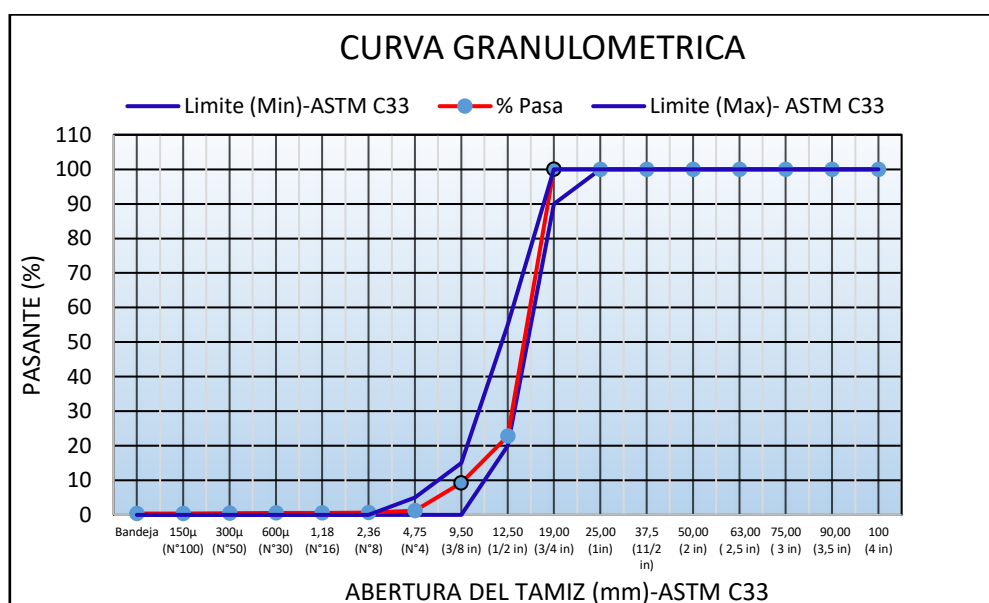
Tabla 1: Granulometría del agregado grueso 3/4"

Masa de la Muestra: 3627 gr							
TAMIZ		RETENIDO	% RETENIDO		PASA	3/4" a 3/8"	
#	mm	gr	Retenido	Acumulado	%	Lim.Inicial	Lim.Final
1½"	37,50	0	0	0	100	100	100
1.0"	25,00	0	0	0	100	100	100

3/4"	19,00	0	0	0	100	90	100
1/2"	12,50	2799	77	77	23	20	55
3/8"	9,50	493	14	91	9	0	10
N° 4	4,75	292	8	99	1	0	5
N° 8	2,36	19,69	1	99	1	0	0
N°16	1,18	2,03	0	99	1	0	0
N°30	0,595	1,25	0	99	1	0	0
N°50	0,297	2,01	0	100	0	0	0
N°100	0,149	3,75	0	100	0	0	0
N°200	0,075	0	0	100	0	0	0
Bandeja		14	0	0	0	0	0
Suma		3627					

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1: Curva granulometría del agregado grueso 3/4"



Fuente: Elaboración propia

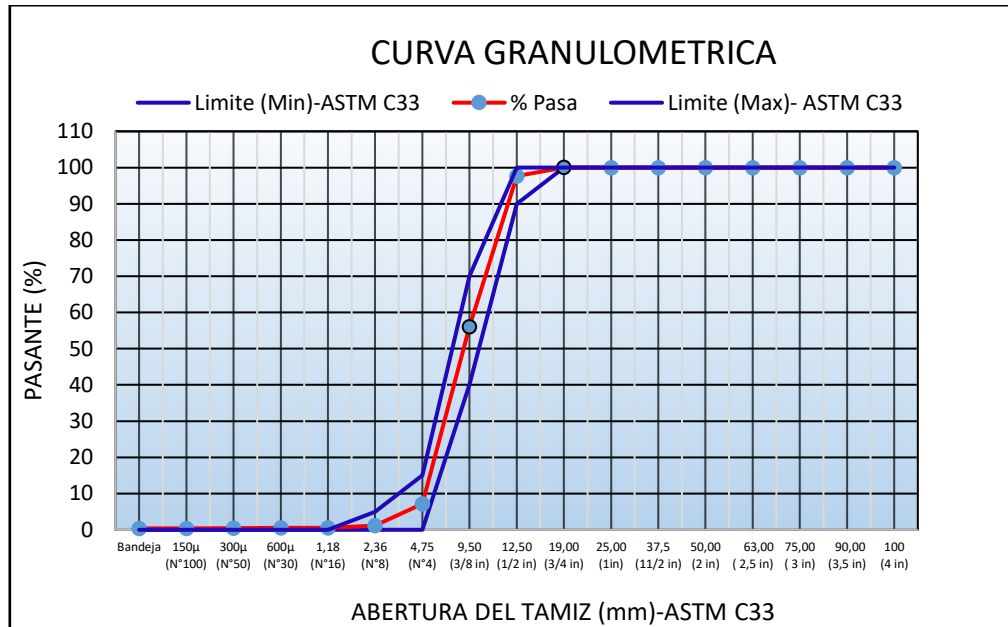
Tabla 2: Granulometría del agregado grueso 1/2"

Masa de la Muestra: 5100 gr							
TAMIZ		RETENIDO	% RETENIDO		PASA	1/2" a N°4"	
# Pulg	mm	Gr	Retenido	Acumulado	%	Lim.Inicial	Lim.Final
1 1/2"	37.50	0	0	0	100	100	100
1.0"	25.00	0	0	0	100	100	100
3/4"	19.00	0	0	0	100	100	100
1/2"	12.50	119.23	2	2	98	90	100
3/8"	9.50	2124.92	42	44	56	40	70
N° 4	4.75	2491.32	49	93	7	0	15
N° 8	2.36	304.92	6	99	1	0	5
N°16	1.18	32.00	1	99	1	0	0
N°30	0.595	1.42	0	99	1	0	0
N°50	0.297	2.69	0	100	0	0	0
N°100	0.149	3.50	0	100	0	0	0

N°200	0.075	0	0	100	0	0	0
Bandeja		20	0	100	0	0	0
Suma		5100					

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2: Curva granulometría del agregado grueso 1/2"



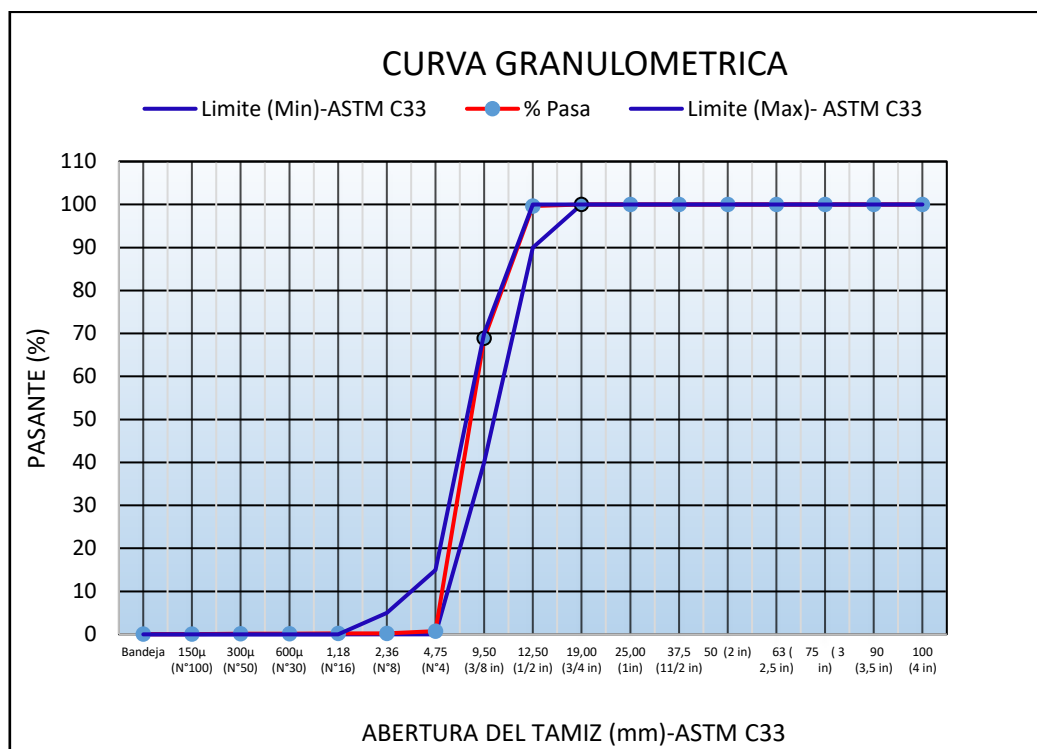
Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Granulometría del agregado grueso 3/8"

Masa de la Muestra: 5100 gr							
TAMIZ		RETENIDO	% RETENIDO		PASA	1/2" a N°4	
# Pulg	mm	Gr	Retenido	Acumulado	%	Lim.Inicial	Lim.Final
1½"	37.50	0	0	0	100	100	100
1.0"	25.00	0	0	0	100	100	100
3/4"	19.00	0	0	0	100	100	100
1/2"	12.50	18.80	0	0	100	90	100
3/8"	9.50	1569.80	31	31	69	40	70
N° 4	4.75	3471.60	68	99	1	0	15
N° 8	2.36	27.30	1	100	0	0	5
N°16	1.18	2.00	0	100	0	0	0
N°30	0.595	1.50	0	100	0	0	0
N°50	0.297	2.00	0	100	0	0	0
N°100	0.149	5.00	0	100	0	0	0
N°200	0.075	0	0	100	0	0	0
Bandeja		2	0	100	0	0	0
Suma		5100					

Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Curva granulométrica del agregado grueso 3/8"



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 1,2 y 3, se especifican los resultados de los ensayos de la granulometría de los agregados gruesos, mientras que en las figuras 1, 2 y 3 se pueden observar los gráficos de las curvas granulométricas, para los tamaños de 3/4", 1/2" y 3/8" respectivamente.

En relación a los agregados de 3/4", podemos indicar que la curva granulométrica cumple con la cantidad de partículas retenidas en los tamices 3/4", 1/2", 3/8" y #4. El agregado de 1/2", que se analizó se pudo determinar que cumple con la cantidad de partículas retenidas en los tamices 1/2", 3/8", #4 y #8. El

agregado de 3/8" analizado se registró que cumple con la cantidad de partículas retenidas en los tamices 1/2", 3/8"y #4. Esta inferior de los límites mínimos del #8. Es decir, que cuenta con un menor porcentaje de agregados finos, mientras que en los agregados gruesos y medio solos se cumple con una escasa cantidad adecuada.

Tabla 4: Características mecánicas y físicas de los materiales

Caracterización de materiales	Agregado grueso (3/4")	Agregado grueso (1/2")	Agregado grueso (3/8")	Agregado fino
PUS (Peso unitario suelto):	1385 kg/m ³	1459 kg/m ³	1646 kg/m ³	1826 kg/m ³
PUC (Peso unitario compactado):	1352 kg/m ³	1354 kg/m ³	1546 kg/m ³	1739 kg/m ³
DSSS (Densidad saturado seco):	2730 kg/m ³	2692 kg/m ³	2577 kg/m ³	2538 kg/m ³
Absorción:	0,96 %	1,61 %	2,44 %	2,44 %
Módulo de fineza:	8,36	8,36	8,30	2,61
Abrasión:	15,60 %	16,96 %	17,16 %	-----
Contenido de humedad:	0,41 %	3,08 %	3,33 %	3,8 %
Densidad del agua:	998 kg/m ³	998 kg/m ³	998 kg/m ³	998 kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4, se especifican los resultados de los ensayos de agregado grueso para los distintos tamaños de agregado grueso triturado (ripio), y así mismo los

ensayos de agregado fino, cumpliendo con la norma (NTE INEN 856, 2010), correspondiente de control y calidad de los materiales.

Tabla 5: Dosificación para el diseño estándar de hormigón de resistencia a la compresión de 21 MPa para las diferentes dimensiones de agregados triturados (ripio).

Materiales	Peso en kg para 1m ³ de hormigón $r = a/c = 0,45$		
	Diseño "3/4"	Diseño "1/2"	Diseño "3/8"
Cemento	441,198	433,38	453,40
Agua	199	195	204
Arena lavada	865	846,41	791,60
Piedra 3/4	888	-----	-----
Piedra 1/2	-----	855,78	-----
Piedra 3/8	-----	-----	814,50

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5, se muestra las equivalencias de las dosificaciones para la elaboración de los testigos de hormigón simple sin la sustitución de la fibra de vidrio en la arena.

Tabla 6: Valores del material que componen la mezcla de hormigón $F'c = 21$ MPa con respecto al estándar además del 1%, 2% y 3%, de fibra de vidrio para las diferentes dosificaciones.

Material	Valores en peso para cilindros de 10 x20 cm											
	Diseño 3/4"				Diseño 1/2"				Diseño 3/8"			
	EST	1%	2%	3%	EST	1%	2%	3%	EST	1%	2%	3%
Cemento (kg)	5,09	5,09	5,09	5,09	5,00	5,00	5,00	5,00	5,23	5,23	5,23	5,23
Arena (kg)	9,98	9,88	9,78	9,68	9,77	9,67	9,58	9,48	9,14	9,05	8,96	8,87
Piedra 3/4 (kg)	10,26	10,26	10,26	10,26	----	----	----	----	----	----	----	----
Piedra 1/2 (kg)	----	----	----	----	9,88	9,88	9,88	9,88	----	----	----	----
Piedra 3/8 (kg)	----	----	----	----	----	----	----	----	9,40	9,40	9,40	9,40
Fibra de vidrio (kg)	----	0,10	0,20	0,30	----	0,10	0,20	0,30	----	0,10	0,20	0,30
Agua (Lt)	2,30	2,30	2,30	2,30	2,25	2,25	2,25	2,25	2,40	2,40	2,40	2,40

Fuente: Elaboración propia

Para la tabla 6 se especifican tres dosificaciones diferentes para siete cilindros tanto estándar como el 1%, 2% y 3% de fibra de vidrio sustituido en el agregado fino por lo tanto se

mantuvo la misma cantidad de agua, cemento y agregado grueso, dando a observar que solo el tamaño del agregado fino junto con la fibra de vidrio altera para cada dosificación.

Tabla 7: Resultados mediante el ensayo de resistencia a la compresión según el porcentaje de agregado.

Mezcla	Agregado 3/4" F'c (MPa)	Agregado 1/2" F'c (MPa)	Agregado 3/8" F'c (MPa)
Estándar	30,11	31,97	28,03
1%	31,55	33,18	29,42
2%	33,26	34,77	31,19
3%	35,18	36,35	32,80

Fuente: Elaboración propia

Al realizar el contraste de los resultados, del procesamiento estadístico de la evaluación de la resistencia a compresión mostrados

en la tabla 7, se observa que a los 28 días de curado se alcanza la resistencia requerida en la mayoría de los diseños, a excepción del

estándar y 1% de sustitución en el agregado grueso de 3/8", se analiza que el agregado grueso de 1/2" en un porcentaje de sustitución del 3% en el agregado fino presenta la mayor puntuación.

En el agregado grueso de 3/4" en el diseño estándar queda 0,61 MPa superior de la requerida, para el 1% (0,08MPa) y superior en el 2% (3,76 MPa) y 3% (5,68 MPa).

Para el agregado grueso de 3/8 se percata que en el diseño estándar queda 1,45 MPa por debajo de la requerida, para el 1% (2,32MPa) , 2% (1,69 MPa) y 3% (3,3 MPa).

En la tabla 8, se especifican los resultados promedio de porcentaje de porosidad capilar efectivo por el método de absorción, para los tres tipos de agregados gruesos en cada uno de los diseños de mezcla.

Tabla 8: Resultados mediante el ensayo de porosidad efectiva según el porcentaje de agregado.

Mezcla	Agregado 3/4" P (%)	Agregado 1/2" P (%)	Agregado 3/8" (P)
Estándar	9,85	9,02	10,47
1%	9,25	8,32	10,07
2%	8,27	7,15	9,34
3%	7,95	6,83	8,73

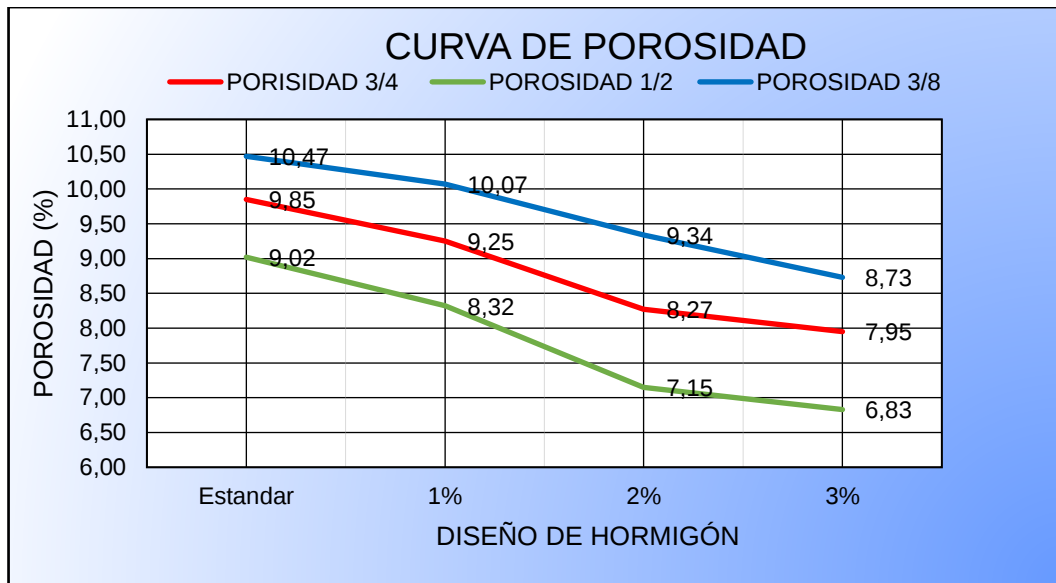
Fuente: Elaboración propia

En la figura 4 puede observarse, que en el agregado de 1/2" los resultados de porcentaje de porosidad capilar efectivo son mejores de los obtenidos por 3/4" y 3/8". Por diseños de mezclas, los resultados muestran para la sustitución del 3% resulta el valor más bajo promedio de 6,83%; para el agregado grueso de 1/2".

En el agregado grueso de 3/8" en los diseños estándar y 1% de sustitución se encuentran en el rango de más

del 10%, lo cual indica una moderada calidad del hormigón.

Figura 4: Curva de Porosidad de los agregados gruesos (3/4", 1/2" y 3/8")



Fuente: Elaboración propia

4. Conclusiones

Acorde a los resultados obtenidos se tienen las siguientes conclusiones:

- Los ensayos se realizaron según las normas INEN y se pudo determinar las propiedades físicas de los agregados, que fueron utilizados para los diferentes diseños de mezclas de hormigón.
- En el agregado grueso de 1/2" en la sustitución al 3% en el agregado fino con la fibra de vidrio, se obtuvo un comportamiento mayor (6,83%), en el porcentaje de porosidad capilar efectivo con respecto a los demás, resultando una buena calidad y compacidad en la calidad del hormigón.
- Se verificó la incidencia de los agregados gruesos, en los resultados del porcentaje de porosidad capilar efectivo, observando que los agregados gruesos de 1/2" y 3/4", tienen un comportamiento similar menor al 10%, dentro de los diseños de mezcla cuando se sustituye hasta un 3%.
- El descenso de la porosidad en las mezclas, se basa en el decrecimiento de la relación a/c, con la adición de la fibra de vidrio. La fibra de vidrio es hidrofílica y absorbe agua de la mezcla. También a mayor adición de fibra de vidrio menor asentamiento/fluidez del hormigón. Esto explica el

decrecimiento de la porosidad con la adición de fibra, mejorando la redistribución de micro fisuras con el uso de este material (fisuras más pequeñas y menor frecuencia).

- Es preciso seguir realizando investigaciones acerca de los agregados gruesos y finos, extraídos de diferentes canteras y que son utilizados en varios espacios dentro de la rama de la construcción, para conocer de una mejor manera su calidad y comportamiento.

Bibliografía

- ASTM C31. (2008). ASTM C31 Práctica Normalizada para Preparación y Curado de Especímenes de Ensayo de Concreto en la Obra1. Obtenido de <https://www.studocu.com/bo/document/universidad-mayor-de-san-simon/hormigon-armado-i/astm-c31-practica-normalizada-para-preparacion-y-curado-de-especimenes-de-ensayo-de-concreto-en-la-obra1/25351946>
- ACI 214. (s.f.). Revisión propuesta de ACI 214-65: Práctica recomendada para la evaluación de los resultados de las pruebas de resistencia del hormigón.
- ASTM C 39/C 39M –01. (2009). Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.
- ASTM C 1585-04. (2004). Metodo de ensayo normalizado para medir el ritmo de absorción de agua de los hormigones de cemento hidráulico.
- ASTM C33. (s.f.). Especificación estándar para AGREGADOS PARA EL CONCRETO.
- Camacho Hernández, R. S. (2021). Efectos del óxido de calcio y cenizas volantes en la resistencia a la compresión y porosidad del concreto 210 kg/cm². Obtenido de Universidad Cesar Vallejo: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/87442/Hern%C3%A1ndez_CRS
- Cubiña, O., & Calvopiña, P. (2018). Porosidad, Resistencia a compresión y flexión en hormigones preparados con agregados locales.
- Escalante Serrano, D. C. (2019). Analisis Comparativo de Resistencia a Compresión y Permeabilidad de Concreto Poroso Adicionado con Fibra de Vidrio con Agregados de la Cantera de Huancachupa con Respecto a un Concreto Poroso de Agregado Fino-Huánuco 2018. Obtenido de

- Universidad Nacional Hermilio Valdizán:
<https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/4922/TIC00181E76.pdf?se%20quence=1&isAllowed=y>
- Faria, J. L., Diaz Pérez, I. d., & Wainshtok Rivas, H. (2017). Estructuras de Hormigon Armado con Barras de Polimero Reforzado con Fibras de Vidrio. Obtenido de Revistas de Arquitectura e Ingenieria.2017:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6452839>
- Fibra de Vidrio Polifiber Glass. (s.f.). Obtenido de Extrusión De Polimeros, S.A:
<https://extrupol.com/productos/fibra-de-vidrio/>
- Morales Castro, D. M. (2017). Influencia del tamaño máximo nominal de 1/2 y 1 del agregado grueso del río amoju en el esfuerzo a la compresión de concreto para $f_c=250$ kg/cm². Obtenido de Universidad Nacional de Cajamarca:
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/1099/TESIS%20FINAL%2017>
- NTE INEN 2380. (2011). Cemento hidráulico.
- NTE INEN 856. (2010). Arido. Determinacion de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorcion del arido fino. Quito. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/856-1.pdf>
- NTE INEN 857. (2010). Aridos. Determinacion de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorcion del arido grueso. Quito. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/NTE_INEN_857.pdf
- NTE INEN 858. (2010). Aridos. determinacion de masa unitaria (peso volumetrico) y el porcentaje de vacios. Quito. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/858.pdf>
- NTE INEN 860. (2011). Aridos. Determinacion del valor de la degradacion del arido grueso de particulas menores a 37,5 mm mediante el uso de maquina de los angeles. Quito. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/860.pdf>
- Quintero, Herrera, corzo, & García, y. (2017). Relación entre la resistencia a la compresión y la porosidad del concreto evaluada a partir de parámetros Ultrsónicos.
- Rivva, E. (2014). Diseño de mezclas. En Tecnología del concreto.
- Sendra, A. M. (2020). Estudio Comparativo De Fibras Naturales Para Reforzar

Hormigón. (A. M. Sendra, Ed.)
Obtenido de Universitat
Politecnica De Valencia:
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/160345/Mart%c3%adn%20-%20Estudio%20comparativo%20de%20%20fibras%20naturales%20para%20reforzar%20hormig%c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Solís Carcaño, R. G., & Alcocer Fraga, M. A. (2019).
DURABILIDAD DEL
CONCRETO CON
AGREGADOS DE ALTA
ABSORCIÓN. Obtenido de

Ingenieria Investigacion y
Tecnologia:

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/160345/Mart%c3%adn%20-%20Estudio%20comparativo%20de%20%20fibras%20naturales%20para%20reforzar%20hormig%c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Solís, & Moreno. (2006). Análisis de
la porosidad del concreto con
agregado calizo.