

Estudio y análisis en la dosificación del concreto poroso

Study and analysis in the dosage of porous concrete

Manuel R. Pinto ^{1*}, Clara I. Carrasco ², Karen E. Caballero ³

^{1,2,3} Grupo de Investigación: Ciencia y Tecnología del Concreto (CITEC), Universidad Tecnológica de Panamá.

¹manuel.pinto@utp.ac.pa, ²clarai_23@hotmail.com, ³karen.caballero@utp.ac.pa

Resumen— El concreto poroso es un tipo especial de concreto sin agregados finos, cuya principal característica es que permite el paso del agua gracias a su estructura porosa. En este documento se presenta un estudio del comportamiento del concreto poroso en cuanto a su dosificación con diferentes tipos de parámetros como la relación agua/cemento, relación agregado/cemento y aditivos. Como resultado se obtuvo los parámetros eficientes que ayudarán alcanzar las propiedades mecánicas y de permeabilidad óptimas en el concreto poroso.

Palabras claves— concreto poroso, porosidad, permeabilidad, agua/cemento, agregado/cemento.

Abstract— Porous concrete is a special type of concrete without fine aggregates, whose main characteristic is that it allows the passage of water thanks to its porous structure. This paper presents a study of the behavior of porous concrete in terms of its dosage with different types of parameters such as water / cement ratio, aggregate ratio / cement and additives. As a result, efficient parameters were obtained that will help achieve optimum mechanical and permeability properties in porous concrete.

Keywords— porous concrete, porosity, permeability, water / cement, aggregate / cement.

1. Introducción

El concreto poroso, es definido como un concreto con revenimiento cero con alto grado de porosidad, y con una relación de vacíos alta; consiste de cemento Portland, agregado grueso, poco o nada de agregado fino, agua y aditivos. La combinación de estos ingredientes producirá un material endurecido con poros conectados, que varían en tamaño de 2 a 8 mm, lo cual permite que el agua pase fácilmente a través de ellos. Pérez Ramos (2009) [1].

El concreto poroso tiene múltiples ventajas en obras civil, específicamente para el control de escorrentía superficial.

El concreto poroso ayuda a reducir el riesgo de inundaciones, ya que libera de manera diferida el agua. Por otro lado, permite un mejor aprovechamiento del agua lluvia, la cual generalmente se contamina al mezclarse con el agua del drenaje sanitario, además de evitar el transporte de residuos o desechos del agua reduciendo el riesgo de obstrucción de alcantarillas. Saucedo Vidal (2012) [2].

Por ello el estudio del concreto poroso es sumamente importante. El objetivo principal de este trabajo es realizar el estudio en la dosificación del concreto poroso,

así como también el análisis de los diferentes parámetros de diseño para alcanzar resultados óptimos.

2. Materiales

➤ Agregados

Para la presente investigación, el concreto poroso en estudio se utilizaron los 3 tipos de grava como especifica la Norma ACI 522R (2006) [4], las cuales van de 3/4" como tamaño máximo hasta 3/8" como tamaño de agregado mínimo. En el estudio se eliminó el uso de agregado fino, arena.

➤ Cemento

El cemento utilizado para la investigación es el cemento Estructural Portland Tipo I, ya que este presenta propiedades de adhesión y cohesión las cuales permiten obtener un buen funcionamiento para agrupar los agregados, de esta manera garantizando mejores propiedades mecánicas. El cemento Estructural Portland Tipo I debe cumplir con los requisitos de calidad que exige la Norma ASTM C-150 (2007) [5].

➤ *Agua*

La calidad del agua para el concreto poroso se rige por los mismos parámetros que para el concreto convencional. El agua debe ser limpia, libre de cualquier impureza que pueda afectar la mezcla.

➤ *Aditivo*

El concreto poroso al no tener agregado fino se dificulta la manejabilidad, es por ello que se utilizó un aditivo superplastificante-retardante de alto rendimiento.

Para un concreto convencional el aditivo superplastificante-retardante se utiliza a razón de 0.5 al 1% del peso del cemento de la mezcla, según especificaciones de la marca del aditivo.

3. Parámetros de diseño

La relación agua/cemento en el concreto poroso es sumamente importante ya que modifica las resistencias e influyen en la estructura de vacíos. Según la Norma ACI 522R (2006) [4], se usan generalmente relaciones agua/cemento que van desde el rango de 0.26 a 0.45, dependiendo del agregado y el uso de aditivos.

Se propusieron 7 relaciones agua/cemento, incluyendo una fuera del rango establecido en la Norma ACI 522R (2006) [4] para de esta manera ver los efectos del agua en la masa del concreto. En la tabla 1 se muestran las relaciones agua/cemento propuestas.

Tabla 1. Relación agua/cemento propuestas.

Relación agua/cemento	0.57
	0.45
	0.40
	0.38
	0.36
	0.33
	0.30

➤ *Relación Agregado/Cemento*

La relación agregado/cemento es de suma importancia en la mezcla del concreto poroso, ya que junto la relación agua/cemento, garantiza la cohesión del agregado con el cemento en el concreto. Los valores según especifica Tennis et al. (2004) [3] van de 4 a 4.5:1, es decir, de 4 a 4.5 partes de agregado por una de cemento. Para el diseño propuesto se asumió una relación de 4.5:1.

➤ *Densidad*

La densidad del concreto varía de 1600 kg/m^3 a 2000 kg/m^3 según la Norma ACI 522R (2006) [4]. Para el diseño propuesto se asumió una densidad de 2000 kg/m^3

la cual permite el aumento de los parámetros de cemento, grava y agua.

➤ *Resumen de Diseño*

Tabla 2. Proporciones para el diseño.

A/C	Ver tabla 1
Densidad	2000 kg/m^3
Aditivo (%)	0.50%
Cemento (kg)	24.17
A. Grueso (kg)	108.78
Agua (lt o kg)	8.70

4. Resultados

➤ *Resultados con el Aditivo*

Como ya se mencionó la manejabilidad del concreto poroso se dificulta, ya que al no tener presencia de agregados finos fragua muy rápido. Al usar el aditivo superplastificante-retardante a 0.5% se observó en la pasta de cemento que esta cantidad era mucha; reaccionaba y hacía que la mezcla de concreto se fluidificara más, ocasionando de esta manera pérdida de cemento en las paredes de la mezcladora, así como también poca adherencia entre la grava y el cemento. Por este motivo para garantizar la función del aditivo como retardante se usó una relación del 0.3% de esta manera se garantizaba una mejor manejabilidad del concreto y retardo del fraguado.

➤ *Resultados con la relación agua/cemento*

Una vez corregido el porcentaje de aditivo en el concreto poroso, los resultados en cuando a la relación agua/cemento fueron los siguientes:

Para la relación agua/cemento de 0.57 fue desfavorable, ya que la pasta de cemento se escurría al fondo y no contribuía a la cohesión y adherencia de la grava dentro de la mezcla. A media que se disminuía la relación agua/cemento, este efecto mejoraba. Las

relaciones agua/cemento de 0.57, 0.45, 0.40 y 0.38 presentaron similitudes por lo que fueron descartadas.

Las relaciones agua/cemento de 0.33 y 0.30 presentaron resultados desfavorables, ya que la pasta de cemento quedaba parcialmente seca por la poca cantidad de agua que contenía. Por lo que también fueron descartadas.

La mejor relación agua cemento con el uso del 0.3% de aditivo fue la relación 0.36. Esta relación agua/cemento presentó la mejor manejabilidad fuera de la mezcladora, así como también la buena adherencia la pasta de cemento con la grava lo que garantizaba mejor adherencia y cohesión.

➤ Resultados con la relación agregado/cemento

La relación agregado/cemento de 4.5:1 presentó buenos resultados para gravas de nominación 1/2" y 3/8" mientras que para la nominación 3/4" presentó resultados desfavorables, ya que al ser la grava de mayor nominación, esta necesitaba más pasta de cemento para cubrir las partículas de este agregado y así obtener cohesión entre las partículas.

5. Conclusiones

De acuerdo a la investigación realizada y subsecuente al análisis de los resultados obtenidos, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- Los resultados de las series indican que, utilizando una relación de agua/cemento de 0.36 se consigue una mejor manejabilidad y trabajabilidad del concreto poroso y de esta manera garantizar el confinamiento y adherencia de la grava con la pasta de cemento. No obstante este podría variar si se aumenta o disminuye el uso de aditivo.
- A media que aumenta el tamaño nominal de la grava es necesario disminuir la relación agregado/cemento, ya que al hacerlo, aumenta la cantidad de cemento y agua requerida para envolver la grava y tener mejor confinamiento.
- Un uso elevado de una relación agua/cemento provoca que la pasta de cemento fluya al fondo, ocasionando poca adherencia en la mezcla. Mientras que una relación agua/cemento baja provoca que la mezcla esté parcialmente seca.

6. Recomendaciones

De acuerdo a los resultados y conclusiones obtenidas, se pueden establecer las siguientes recomendaciones:

- El uso de aditivos retardantes no mayor del 0.3% del peso total del cemento.
- Para alcanzar resultados óptimos y un mejor confinamiento de la grava con las partículas se recomienda dos tipos de diseños que se resumen a continuación en la tabla 3 y tabla 4.

Tabla 3. Resumen de diseño del concreto poroso donde predomine la grava 3/4".

Diseño donde predomine la grava 3/4"	
Proporciones para el Diseño	
Agregado/cemento	4:1
Densidad	2000 $\frac{kg}{m^3}$
A/C	0.36
Aditivo (%)	0.30%
Cemento (kg)	26.43
Agregado Grueso (kg)	105.71
Agua (kg)	9.51

Tabla 4. Resumen de diseño del concreto poroso para gravas de 1/2" y 3/8".

Diseño donde predomine la grava 1/2" y 3/8"	
Proporciones para el Diseño	
Agregado/cemento	4.5:1
Densidad	2000 $\frac{kg}{m^3}$
A/C	0.36
Aditivo (%)	0.30%
Cemento (kg)	24.17
Agregado Grueso (kg)	108.78
Agua (kg)	8.70

7. Referencias

- [1] Ing. Adrián Ramos "Estudio Experimental de concretos permeables con agregados sintéticos", 2009.
- [2] Saucedo Vidal, A. "Concreto hidráulico permeable, una alternativa para la recarga de los mantos acuíferos del Valle de México", 2010.
- [3] Tennis, P., Leming, M.L., and Akers, D.J. (2004), "Pervious Concrete Pavements," Portland Cement Association (PCA), Skokie, Illinois.
- [4] ACI 522R Pervious Concrete (2006) - ACI Committee 522
- [5] ASTM C-150 (2007) Especificación Normalizada para Cemento Portland.