

FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE ESPECIALIZACION  
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERIA DE PAVIMENTOS  
BOGOTÁ D.C.

**AÑO DE ELABORACIÓN:** 2016

**TÍTULO:** ESTIMACIÓN DE LA CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO PARA PAVIMENTOS.

**AUTOR (ES):** BERMUDEZ PARA, Yohan Fahir y GARCIA AVIAL, Andres Felipe.

**DIRECTOR(ES)/ASESOR(ES):** Moreno Anselmi, Luis Angel.

**MODALIDAD:**

**PÁGINAS:** 60 **TABLAS:** 5 **CUADROS:** 0 **FIGURAS:** 13 **ANEXOS:** 0

**CONTENIDO:**

INTRODUCCIÓN

1. RESUMEN
2. OBJETIVOS
3. FORMULACION DEL PROBLEMA
4. JUSTIFICACION
5. ANTECEDENTES
6. CONCRETO HIDRAULICO
7. METODOLOGIA
8. EVALUACION DE RESULTADOS
9. CONCLUSIONES
10. RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

**DESCRIPCIÓN:** Utilizando una correlacion matematica se intenta reducir costos, tiempo y asi obtener un resultado lo mas proximo posible al modulo de rotura de un pavimento hidraulico mediante ensayos de compresion del concreto para

determinar el desempeño de un pavimento, evitando traumatismo con la utilización del ensayo (módulo de rotura) teniendo en cuenta lo delicado que resulta un ensayo de estos.

**METODOLOGÍA:** El presente trabajo es cuantitativo: con respecto a la resistencia a la compresión, “La resistencia a la compresión es igual para todos los niveles de cada factor en estudio (edad y relación agua-cemento)” y con respecto al módulo de rotura, “El módulo de rotura es igual para todos los niveles de cada factor en estudio (edad y relación agua-cemento)”. Esta diferenciación se hace para identificar el factor “k”, este depende de estas dos variables (resistencia a la compresión y módulo de rotura) que solo pueden ser estudiadas de manera individual ya que ambas se obtienen por medio de muestreos y se ensayan con métodos diferentes. Teniendo en cuenta la normativa vigente en Colombia según las normas NTC, INVIAS y NSR-10.

Todo esto se logra aplicando la medición numérica, el conteo y el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento de la población en estudio. La población objetivo del trabajo de grado es un concreto premezclado tipo MR45 TM 1”elaborado de manera industrial por la compañía Concretos Argos S.A.

**PALABRAS CLAVE:**

**Concreto hidráulico:** Es una piedra artificial creada por el hombre, que posee gran versatilidad y la cual es capaz después de cierto tiempo de soportar grandes esfuerzos a compresión. Es un material compuesto por un aglutinante, en caso de Colombia, es usado el cemento Portland hidráulico, un material de relleno como son los agregados pétreos, agua, aditivos y/o adiciones.

**Cemento hidráulico:** Es un material formado por materiales minerales calcáreos como la piedra caliza y materiales arcillosos con contenido de alúmina y sílice. Este material “reacciona químicamente con el agua, por tal razón posee la propiedad de fraguar y endurecer en presencia de ella, además tiene propiedades de adhesión y cohesión que le permiten aglutinar todos los agregados para conformar el concreto.

**Materiales pétreos utilizados en pavimentos de concreto hidráulico:** Los agregados pueden ser definidos como aquellos materiales inertes que poseen resistencia propia, no afectan el proceso de endurecimiento del cemento y garantizan una adherencia con la pasta de cemento endurecida. (Instituto del Concreto- Asocreto, 2000). En las mezclas de concreto hidráulico convencional,

los agregados suelen representar entre 60 y 75 % aproximadamente del volumen absoluto de todos los componentes

**Agua de mezcla:** El agua es de fundamental importancia en el concreto, debido a que ella hace que el cemento se hidrate y reaccione químicamente formando un gel que sirve como aglutinante de las partículas constituyentes del concreto lubrica la mezcla con un volumen aproximadamente del 15% del volumen total del concreto, en donde sólo el 5% es la cantidad necesaria para hidratar el cemento y la cantidad restante sirve para proveer a la mezcla de manejabilidad además constituye el agua evaporable.

**Aditivos:** Son adicionados a la mezcla inmediatamente durante el mezclado, son usados para modificar las propiedades del concreto con el fin de que sea más adecuada a las condiciones de trabajo o para lograrlo en forma más económica.

**Concreto fresco:** Esta es la etapa en la cual se puede manipular el concreto, en ella se realizan actividades tales como mezclado de los materiales para la conformación del mismo, transporte, colocación de la mezcla dentro de la formaleta adecuada y vibrado de la misma.

**Concreto endurecido:** Corresponde a la etapa donde el concreto ha perdido todas sus propiedades de manejabilidad, presenta consistencia sólida y empieza a adquirir las propiedades de resistencia para las que fue diseñado.

### Conclusiones.

- Se estimó, mediante ensayos de laboratorio y análisis estadístico, el valor del coeficiente de correlación que correlaciona el ensayo de resistencia a la compresión simple ( $f'c$ ) con el ensayo de módulo de rotura (MR) para el concreto hidráulico para pavimento tipo MR45 TM 1". Se encontró un valor equivalente de  $K=2.183$  para el caso de concreto fallado a 28 días y un  $K=1.996$  para concretos fallados a 7 días.
- Con la información anterior se pudo establecer que las ecuaciones de correlación tanto para 28 días como para 7 días, mediante el análisis estadístico de resultados, los cuales se pueden expresar de la siguiente manera respectivamente.

$MR = 2.183\sqrt{f'_c}$  Para concreto a 28 días

$MR = 1.996\sqrt{f'_c}$  Para concreto a 7 días

- Para llegar al resultado obtenido, fue necesario realizar la caracterización de los insumos utilizados para la mezcla, encontrando de los mismos cumplen con la normativa vigente para producción industrial de concreto.
- Para obtener los resultados presentados en párrafos anteriores fue necesario realizar el muestro y fallo tanto de vigas como de cilindros de concreto a las edades de diseño especificadas. En total se tomaron 20 muestras de concreto en un periodo de dos meses y en días diferentes, garantizando las mismas fuentes de materiales y condiciones de mezclado y muestreo.
- El agregado procedente de Saldaña, por tratarse un triturado de alta calidad proporcionan al concreto unas características muy favorables, toda vez que las superficies rugosas mejoran significativamente la adherencia de la pasta cemento al material grueso de la mezcla.
- El agregado fino por ser de origen aluvial y en consecuencia de forma redondeada que proporciona buenas características de manejabilidad del concreto en estado fresco, facilitando en consecuencia los procesos de fabricación y aplicación.
- El cemento CPR tipo concretero o ART (alta resistencia temprana) presenta características favorables respecto a las altas resistencias a edades tempranas.
- Los ensayos a compresión del concreto mostraron mucha dispersión debido esencialmente a la variabilidad del asentamiento y el rango de aceptación del mismo. Sin embargo, todos los datos obtenidos en conjunto entregaron una resistencia superior a la esperada en los diseños teóricos, pero con un coeficiente de variación justo (11.94).
- Los ensayos de módulo de rotura en el hormigón, mostraron estabilidad y consistencia en los resultados (5.1MPa), por lo que se asegura que el concreto diseñado es de óptima calidad para la construcción de pavimentos rígidos, pues se obtuvo un módulo de rotura algo mayor que el especificado (4.5MPa), dando un 13% más de resistencia de la especificada en el diseño.
- El control de calidad de los agregados a utilizarse debe ser meticuloso en losas para pavimentos, ya que dejar de lado estas normativas puede incidir significativamente en la resistencia final del concreto, y por ende en la vida útil de la carretera.
- El uso del aditivo superplastificante en el concreto, permitió dar una mejor manejabilidad a éste.
- Las correlaciones con la resistencia a la compresión, resultaron ser estables y consistentes con muchos postulados de distintos autores, por lo que estas

correlaciones se las puede utilizar en el diseño y dosificación de mezclas de hormigón para pavimentos, con la consideración de que tienen que ser ajustadas a cada concreto en particular.

### Bibliografía.

- Sánchez de Guzmán, D. (1987). Tecnología del concreto y del Mortero. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Guevara Martínez, L. A. (2011). Caracterización física de agregado para concreto hidráulico.
- Jiménez, R. B., Vargas, G. B., & Obando, D. S. (2011). definición de rangos para la clasificación estructural y funcional de la red vial nacional de costa rica. *Journal of Tropical Engineering*, (2011)
- ASOCRETO Instituto del Concreto. (2000). Tecnología y Propiedades. Bogotá: Asociación Colombiana de Productores de concreto.
- Osorio, J.D. (2013). Pavimentos de Concreto: Ensayos de Compresión Vs Ensayo de Flexión. En línea. Blog 360gradosenconcreto.
- HernandezSampieri. R. (1997). Metodología de la Investigación. Mexico D.F: McGraw-Hill.
- SIKA. (2005). Manual de productos. Bogotá: Sika Colombia.
- Neville, A.M y Brooks, J.J. (1987). Tecnología del concreto. México D.F.
- Aulestia. C y Pazmiño J. (2012) Determinación del módulo de rotura en hormigones de cemento hidráulico, correlación con la resistencia a la tracción diametral (método brasileño) y con la compresión simple. Quito. Universidad Central del Ecuador.
- Ochoa, R., & Flores, E. (2013). Química del cemento: parte I. Revista de Química, 8(2),
- Angeles, T., & Francisco, J. (2012). Manual de prácticas de laboratorio (Doctoral dissertation).
- Merino, I. M. Á. D. (2013). Agua para el CONCRETO Agua para el CONCRETO.
- Flores, N. V., & dos Santos, A. C. P. (2013). Análisis de indicadores para determinar el grado de sostenibilidad en concretos especiales. *Tecnura*, 17(38), 12-25.