

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**Concreto Drenante como alternativa en el control de aguas  
pluviales para pavimentos en el jirón Francisco de Zela-  
Huaraz-Ancash.**

Tesis para optar por el título profesional de Ingeniera Civil

**Autor:**

**Sevillano Flores, Lucia del Carmen**

**Asesor (a)- Código ORCID:**

**Moncada Saucedo, Segundo**

**0000-0002-1553-5273**

**HUARAZ – PERÚ**

**2022**

Palabras clave

|              |   |
|--------------|---|
| Tema         | Concreto drenante, resistencia del concreto, aditivo súper plastificante. |
| Especialidad | Tecnología del concreto   |

Keywords

|           |  |
|-----------|--|
| Subject   | Pervious concrete, compressive strength, super plasticizer additive. |
| Specialty | Concrete technology  |

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Línea de investigación</b> | Construcción y Gestión de la construcción |
| <b>Área</b>                   | Ingeniería                                |
| <b>Subárea</b>                | Ingeniería Civil                          |
| <b>Disciplina</b>             | Ingeniería civil                          |

Título de la investigación

Concreto Drenante como alternativa en el control de aguas  
pluviales para pavimentos en el jirón Francisco de Zela-Huaraz-  
Ancash.

## Resumen

La investigación tiene por objetivos determinar el efecto de diseño del concreto drenante en el control de aguas pluviales para pavimentos en el jirón Francisco de Zela – Huaraz – Ancash. Es aplicativa el tipo de investigación, donde con los resultados logrados hacia la solución de dificultades concernientes con los pavimentos tradicionales ante las aguas pluviales. El diseño de investigación fue experimental, porque se realizaron ensayos de concreto en el laboratorio, tanto para un grupo control y grupo experimental, por lo que genera un nuevo conocimiento. Mediante los caracteres de agregados los cuales se usaron, para el diseño de mezcla, se realizaron 36 pruebas de laboratorio a comprensión de las muestras, seleccionando el que obtuvo la resistencia más alta, el cual fue superior a los  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. Luego se obtuvo una infiltración dentro de lo recomendado para un buen trabajo drenante del concreto (0.14 – 1.22 cm/s). Donde nuestro problema fue: ¿Cuál es el efecto del diseño del concreto drenante en el control de aguas pluviales para pavimentos en el jirón Francisco de Zela – Huaraz – Ancash? Y cuya hipótesis fue: El diseño del concreto drenante mejora el control de aguas pluviales para pavimentos en el Jirón Francisco de Zela – Huaraz – Ancash. Se logró llegar a obtener resistencias de 277.4 kg/cm<sup>2</sup> y 269.82 kg/cm<sup>2</sup> para las mezcolanzas de agregado TMN 3/8” + 15% y 17% de vacíos, con valores de permeabilidad de 1.68 cm/s y 1.87 cm/s respectivamente, los cuales logran superar el diseño inicial. Ambos valores obtenidos cumplen con los parámetros establecidos por el ACI 522R para el concreto drenante. Entonces se concluye que ambos diseños de mezclas son pertinentes para ser utilizadas ante la lluvia como alternativa para el control en jirón Francisco Zela.

## Abstract

The objective of the research is to determine the effect of drainage concrete design on rainwater control for pavements on Francisco de Zela Street - Huaraz - Ancash. The type of research is applicative, where the results achieved will lead to the solution of difficulties concerning traditional pavements in the face of rainwater. The research design was experimental, because concrete tests were carried out in the laboratory, both for a control group and experimental group, thus generating new knowledge. By means of the aggregate characteristics which were used for the mix design, 36 laboratory tests were carried out on the compression of the samples, selecting the one with the highest resistance, which was higher than  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ . Then we obtained an infiltration within the recommended range for a good draining work of the concrete (0.14 - 1.22 cm/s). Our problem was: What is the effect of the design of the draining concrete in the control of rainwater for pavements in Francisco de Zela Street - Huaraz - Ancash? The hypothesis was: The design of the draining concrete improves the control of rainwater for pavements in Francisco de Zela Street - Huaraz - Ancash. It was possible to obtain resistances of  $277.4 \text{ kg/cm}^2$  and  $269.82 \text{ kg/cm}^2$  for the TMN 3/8" aggregate mixes + 15% and 17% of voids, with permeability values of 1.68 cm/s and 1.87 cm/s respectively, which exceed the initial design. Both values obtained comply with the parameters established by ACI 522R for draining concrete. Therefore, it is concluded that both mix designs are pertinent to be used as an alternative for the control of rainfall in Francisco Zela Street.

## Índice

|   |           |
|---|-----------|
| Palabras clave.....                     | i         |
| Título de la investigación .....        | ii        |
| Resumen .....                           | iii       |
| Abstract.....                           | iv        |
| Índice .....                            | v         |
| <b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>            | <b>1</b>  |
| <b>II. METODOLOGÍA.....</b>             | <b>13</b> |
| <b>III. RESULTADOS.....</b>             | <b>18</b> |
| <b>IV. ANALISIS Y DISCUSION.....</b>    | <b>26</b> |
| <b>V. CONCLUSIONES .....</b>            | <b>33</b> |
| <b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>         | <b>34</b> |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b> | <b>35</b> |
| <b>AGRADECIMIENTOS:.....</b>            | <b>38</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                      | <b>39</b> |

## Índice de tablas

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| <b>Tabla 1.....</b>  | <b>14</b> |
| <b>Tabla 2.....</b>  | <b>15</b> |
| <b>Tabla 3.....</b>  | <b>16</b> |
| <b>Tabla 4.....</b>  | <b>18</b> |
| <b>Tabla 5.....</b>  | <b>18</b> |
| <b>Tabla 6.....</b>  | <b>22</b> |
| <b>Tabla 7.....</b>  | <b>23</b> |
| <b>Tabla 8.....</b>  | <b>24</b> |
| <b>Tabla 9.....</b>  | <b>25</b> |
| <b>Tabla 10.....</b> | <b>40</b> |

## Índice de figuras

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Figura 1: Resistencia del concreto permeable a los 28 días.....</b> | <b>43</b> |
| <b>Figura 2: Resistencia del concreto permeable a los 7 días.....</b>  | <b>43</b> |
| <b>Figura 3: Resistencia del concreto permeable a los 14 días.....</b> | <b>44</b> |
| <b>Figura 4: Resistencia del concreto permeable a los 28 días.....</b> | <b>44</b> |

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el correcto uso del agua que se recolecta mediante lluvias radica en el concreto permeable como razón principal. Normalmente se usan, agregado grueso, un tipo de aditivo, agua y cemento. Además, se tiene dos opciones en cuanto a agrdo. fino, uno es usar cantidades pequeñas y las otra es separar de la composición. Sin embargo, si el fin es elevar la resistencia se necesita usar agrdo. fino, esto a su vez reduce los vacíos ocasionando permeabilidad siendo este el objetivo principal de este tipo de concreto.

Luego se puede identificar la variable independiente que es el diseño de concreto drenante y la variable dependiente control de aguas pluviales. La correcta evacuación del agua de lluvia es un problema que acongoja desde hacía varias décadas, esto debido al súper desarrollo de las ciudades y si esto lo asociamos a la topografía de las ciudades y el uso extremo de pavimentos impermeables, ocasionando riesgos de eventuales inundaciones debido al incremento de caudal de escurrimiento superficial y volumen.

Las inundaciones en la vía debido a las lluvias se dan frecuentemente en las épocas de avenida de la zona de Huaraz. Las vías se llenan de agua, lo que causa salpicaduras al momento de la circulación de los vehículos por la vía, la dificultad de cruzar esta calle debido a la cantidad de agua es un factor que amenaza la tranquilidad y el confort al momento de transitar la vía. Esta vía es una de las vías con mayor tránsito de vehículos, así mismo al no existir puentes peatonales o algún otro sistema de circulación alterna para peatones, es transitada por personas que tiene la necesidad de cruzar dicha calle.

Es por ello que se planteó el trabajo de investigación para solucionar o atenuar la problemática para dar soluciones que ayuden en el propósito de manejar la esorrentía superficial dada en los pavimentos de las calles en el interior de las ciudades, principalmente de la zona sierra.

Para ello se estudió a autores internacionales, Laguna & Piedrahita (2017), en su tesis titulada: *Estudio comparativo entre concreto poroso con el uso de materia prima disponible en Cartagena de Indias para uso en pavimentos*. El objetivo fue la evaluación técnica y económica, a escala de laboratorio, de varias mezclas de

concreto hidráulico poroso, utilizando materia prima disponible en la ciudad, con el fin de originar una capa de desgaste de pavimento poroso rígido. La investigación tiene un enfoque cuantitativo y experimental. Se prepararon y analizaron varios juegos de muestras de concreto para determinar su resistencia y permeabilidad. Los resultados de las pruebas muestran R.C. que van de 0,03 a 6,12 MPa, módulos de ruptura de 0,1 a 2,74 MPa y permeabilidades de 0,567 a 1,812 cm/s, todo en cumplimiento de las normas. Por otro lado, desde el punto de vista económico, el compuesto CR7 es el más conveniente en el análisis de resistencia a compresión y flexión, mientras que, para la permeabilidad, el compuesto CR8 condiciones más favorables.

Además, a nivel nacional, según Guizado & Curi (2017) en su investigación titulada: *Evaluación del hormigón permeable como alternativa para el control de aguas pluviales en caminos vecinales y pavimentaciones especiales en la costa noroeste del Perú*. El objetivo fue brindar solución para mejorar el control de las aguas pluviales provenientes de lluvias irregulares debido al cambio climático ocasionado por la ocurrencia del fenómeno El Niño - Oscilación del Sur en la costa noroccidental del Perú. La investigación cuenta con una metodología de enfoque cuantitativo, ya que se prepararon muestras, las cuales fueron analizadas según lo obtenido. Lo más eficaz en mezcla fue M--H8-ang-19,5%-aire. Tiene una permeabilidad de 0,7 cm/seg; una fracción vacía fresca de 19,5%; cemento en la proporción de 428 kg/m<sup>3</sup>; resistencias a la flexión ya la compresión a los 28 días de 3,6 MPa y 22,2 MPa, respectivamente; Relación agua/cemento de 0,27 y uso de un fuerte aditivo reductor de agua al 2% del peso del cemento. El concreto permeable puede, por lo tanto, señalarse como una alternativa para el drenaje del agua de lluvia del sitio de estudio, ya que posee una permeabilidad doscientas (200) veces mayor a la requerida.

Según Jiménez (2018) en su tesis titulada: *Evaluación del concreto permeable como alternativa sustentable para el control de aguas pluviales en la ciudad de Castilla, Provincia de Piura y Departamento de Piura*. Su objetivo fue contribuir al estudio del hormigón permeable como alternativa sostenible con el fin de controlar las aguas de lluvia en la ciudad de Castilla, Provincia de Piura,

Departamento de Piura. La investigación usa la metodología de enfoque cuantitativo, ya que se prepararon muestras. Como resultado de la evaluación de los siete diseños compuestos, pudimos definir que el diseño compuesto óptimo es el #07, que después de 28 días logró una resistencia a la compresión de 238 kg/cm<sup>2</sup> y al mismo tiempo una permeabilidad de 0.1582 cm/seg, por lo tanto, cumplió con el requisito de permeabilidad de precipitación con una intensidad de precipitación de 247,9 mm/h (0,00069 cm/s), con base en la conclusión de que el drenaje de concreto es una alternativa viable como área de infiltración de escorrentía.

Para Bautista (2018), en su disertación titulada: *Proyecto de tapicería rígida permeable para evacuación de aguas pluviales según norma ACI 522R-10*. El objetivo fue diseñar un pavimento rígido permeable para el drenaje de aguas pluviales, de acuerdo con a la normativa. Con una metodología experimental, ya que se realizaron ensayos y pruebas de laboratorio. Su resultado de una variedad de construcciones, es una resistencia a la compresión de  $f'c=178.99$  kg/cm<sup>2</sup> y un módulo de rotura  $MR=44.08$  kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo un coeficiente de permeabilidad de 0.20 cm/s. concluyendo así que dicho diseño se puede aplicar para pavimentos rígidos.

Para Esquerre y Silva (2019) en su disertación titulada: *Propuesta de diseño de pavimento drenante para la captación de agua de lluvias en zonas urbanas del norte del Perú*. El objetivo fue elaborar una propuesta de concreto drenante para ser utilizado como alternativa a la captación de aguas pluviales en pavimentos urbanos de moderado tránsito en el norte del Perú. Con una metodología experimental, ya que se realizaron ensayos y pruebas de laboratorio. Esta investigación realizó el diseño de once mezclas de concreto drenante, de las cuales el más efectivo fue el que asegura una resistencia a la compresión de 280 kg/cm<sup>2</sup> y un módulo de rotura de 42 kg/cm<sup>2</sup>, este innovador concreto puede llegar a filtrar hasta 60 litros/m<sup>2</sup>/min.

Según Panduro y Sinti (2021) en su tesis titulada: *Propuesta de diseño de pavimento, utilizando concreto permeable para el control del drenaje pluvial en el distrito de La Banda de Shilcayo, provincia y departamento de San Martín*. El objetivo fue mejorar el sistema de control del drenaje pluvial de las calles del distrito de la Banda de Shilcayo provincia y departamento de San Martín. Enfoque mixto cualitativo y cuantitativo. El resultado más eficaz es de la mezcla con diseño Óptimo de 24% de vacíos obtuvo una resistencia de 210.15 kg/cm<sup>2</sup> y una permeabilidad 0.457 cm/s.

Y a nivel local; según Palacios (2018) en su tesis titulada: *Diseño de concreto permeable para su aplicación en pavimentos como óptimo sistema de drenaje en distrito de Independencia – Huaraz – Ancash, 2018*. El objetivo fue realizar una combinación correcta de hormigón permeable que satisfaga propiedades hidráulicas para aplicación en aceras rígidas y para un óptimo sistema de drenaje en Jr. Los Alisos, Los Quenuales y Las Retamas en el vecindario Centenario. Experimental. Los resultados más destacados son el incremento de 3/8 de pulgada, puesto que los resultados son 180,68 kg/cm<sup>2</sup> y 28,33 kg/cm<sup>2</sup> se encuentran dentro de los valores establecidos por la norma. Con una permeabilidad de 0,116 cm/s. De esto se puede concluir que se puede realizar una mezcla de concreto permeable correcta.

Con base en las opiniones previas de los diversos autores, se presenta el marco teórico: El concreto permeable es una combinación de cemento Portland, agregado grueso, una pequeña proporción arena fina, aditivos y agua. En combinación, dan como resultado un material poroso con diámetros entre 2 y 8 mm, que permite una fácil penetración del agua. El rango está entre 15 y 35% de vacíos y una resistencia de 28 a 280 kg/cm<sup>2</sup>. Con una permeabilidad entre 81 y 730 L/min/m<sup>2</sup> dependiendo de algunas propiedades de la mezcla.

Debido a sus propiedades, el concreto permeable se ha utilizado en varios ámbitos, principalmente en las aceras. Los beneficios de utilizar los pavimentos de hormigón permeable sobre los pavimentos de hormigón tradicionales son:

Control de contaminantes en el agua de lluvia; control de escorrentía de agua de lluvia; mayor estacionamiento, eliminando la necesidad de áreas de retención de agua; reducción del problema del aquaplaning en carreteras y autopistas; Pérdida de luminosidad en la mayor parte de las capas superficiales de las aceras, especialmente por la noche; reducción del ruido a través de la interacción entre los neumáticos y la superficie de la carretera; eliminación o reducción de las dimensiones del drenaje pluvial.

En todo caso, la buena funcionalidad de este parche se basa en varios factores, como son: La experiencia constructiva, la calidad de compactación del suelo y un diseño bueno, teniendo en cuenta la topografía donde se colocará el hormigón.

Aunque el hormigón de drenaje se ha utilizado para pavimentar en los EE. UU. durante más de 20 años, solo se han realizado investigaciones limitadas para determinar el beneficio (Ghafoori 1995; Wanielista et al. 2007). Los investigadores se llevan principalmente en pruebas de laboratorio, con algunos datos obtenidos de instalaciones de campo reales. Solo hay un método ASTM diseñado específicamente para usarse en hormigón permeable. El Subcomité ATM C09.49 viene investigando en distintos métodos de prueba de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, densidad/porosidad in situ y permeabilidad.

Los distintos elementos del concreto permeable dependen específicamente de su poca porosidad, además depende de la cantidad del cemento, W/c, nivel de compactación y gradación y calidad agregadas. El tamaño de los poros en el material también influye en los elementos principales de la resistencia. (ACI 522R, 2010).

El concreto permeable en estado fresco:

- **Trabajabilidad:** Según el ACI 309R (comité), es la propiedad del mortero u hormigón recién mezclado que determina la disposición y uniformidad con la que puede ser mezclado, compactado, colocado y acabado.

- **Contenido de vacíos y densidad:** La densidad del concreto permeable nuevo puede determinarse utilizando ASTM C1688 / C1688M y la mezcla está relacionada con el contenido de vacíos. Se han descrito otras técnicas para determinar la porosidad del hormigón de drenaje endurecido (Neithalath 2004). La primera técnica es un método volumétrico en el que la masa de agua que llena una muestra de hormigón de drenaje sellado se convierte en un volumen de poro equivalente. La segunda técnica utiliza un método de análisis de imágenes en muestras de concreto permeable impregnadas con epoxi de viscosidad baja (Marolf et al. 2004). Los diferentes grados de porosidad se deben a los diferentes grados de mezcla (Brite/Euram Report 1994). El procedimiento de análisis de imágenes es ventajoso para determinar el grado de porosidad. El contenido de vacíos depende en gran medida de diferentes elementos: clasificación de los agregados, contenido de material ligado al cemento, agua/cemento y esfuerzo de compactación. (ACI 522R, 2010).

El concreto permeable en estado endurecido:

- **Resistencia a la compresión:** ACI 522R (2010) fundamenta que la R.C. es la capacidad del hormigón para proporcionar tensiones de compresión debido a las cargas sobre las estructuras. En el caso del hormigón de drenaje, sus elementos están influenciadas principalmente por la formulación de la mezcla y el método de compactación.

ACI 522R-10 indica unas ilustraciones elaboradas para establecer los primordiales elementos que perturban la resistencia a la compresión del hormigón pluvial. Puede ser el valor de compactación, la dimensión de los áridos, los aditivos poliméricos e inorgánicos, el módulo de finura de los áridos y el resultado del ensayo en cuerpos moldeados o en la extracción de gemas. Tanto la relación agua-cemento (a/c) como el contenido total de cemento son importantes para la resistencia a la compresión y el contenido de vacíos. Una cantidad insuficiente de cemento provoca una mala cobertura de pasta alrededor del agregado y, por lo tanto, una baja

resistencia a la compresión.

Como no existe una norma que estandarice el ensayo de compresión del hormigón permeable, para el hormigón convencional se utiliza la norma ASTM C39.

- **Resistencia a la flexión:** García (2012) sostiene que la resistencia a la flexión es la medida de la resistencia a la tracción del hormigón. La resistencia a la flexibilidad se expresa como el Módulo de Rotura (MR) en kg/cm<sup>2</sup>.

La resistencia a la flexión es una propiedad mecánica a gran escala, particularmente en estructuras de pavimento, donde los esfuerzos de tracción ocurren como resultado de la deflexión de la losa cuando pasan los vehículos (Solano, 2009).

Crouch et al. (2006) investigó que, “La relación entre la resistencia a tracción por flexión  $f_r$  y la resistencia a la compresión  $f'_c$  puede darse por la relación planteada por Ahmad y Shah (1985) para concreto premezclado representada en la Ec.

$$f_r = 0.083 \times f'_c{}^{2/3} \text{ (unidades SI) } \dots\dots\dots Ec.$$

La pauta para calcular la resistencia a tracción por flexión es la ASTM C 78. Se basa ante el ensayo de una viga simplemente apoyada y cargada a los tercios.

- **Infiltración:** La infiltración es la propiedad más importante del hormigón permeable ya que el agua puede filtrar. El grado de infiltración está claramente relacionado con la porosidad y las dimensiones de los poros. Es importante señalar que se requiere una porosidad mínima de alrededor del 15% para lograr una percolación significativa (Meininger, 1988). A medida que aumenta el grado de percolación al aumentar el contenido

de vacíos y, por el contrario, disminuyen las resistencias a compresión y flexión, el objetivo al diseñar mezclas de concreto para drenaje es lograr un equilibrio entre un grado de percolación aceptable con una resistencia mínima a compresión y flexión (Guisado y Curi, 2017).

La permeabilidad en concreto permeable se puede medir con un permeámetro de cabeza variable propuesto por ACI 522R.

- **Durabilidad:** Es la capacidad de soportar la intemperie, el hielo y el deshielo, la exposición a agentes químicos y el desgaste sin alterar sus propiedades mecánicas. Al igual que con el hormigón convencional, la durabilidad del hormigón de drenaje se refiere a la vida útil en las condiciones ambientales dadas. Las acciones físicas que afectan negativamente la durabilidad del hormigón son la acción de los sulfatos y ácidos, los cuales dañan tanto la estructura interna como la superficie del hormigón celular, sin embargo, no se han realizado estudios sobre la resistencia del hormigón drenante bajo el ataque agresivo de regar los sulfatos o contener ácidos, incluso en condiciones de congelación y descongelación (López, 2012).

- **Resistencia a la abrasión:** López (2012) afirma que cualquier acera o superficie rodante está sujeta a altos niveles de desgaste. En cuanto al concreto permeable podemos decir que dentro de sus propiedades debe tener una alta resistencia a la abrasión, ya que se observó que esta resistencia está directamente relacionada con la resistencia a la compresión del concreto, por lo que un concreto con mayor resistencia a la compresión tiene mayor resistencia a la abrasión. abrasión que un hormigón con menor resistencia a la compresión.

La resistencia a la compresión depende de la relación agua-cemento y del curado. Un buen desempeño requiere una baja relación agua-cemento y un buen método de curado para una óptima resistencia a la abrasión. Otros

factores que afectan a esta resistencia son los áridos incluidos en la mezcla y el acabado superficial o tratamiento empleado. Un árido duro es más resistente a la abrasión que un árido blando, mientras que por otro lado una superficie metálica tratada con llama resiste mejor el desgaste que las superficies que aún no han recibido este tratamiento superficial (López, 2012).

La mayoría de los pavimentos de hormigón permeable muestran menos agregados en la superficie a las pocas semanas de su puesta en servicio para el tráfico urbano. Estas partículas primero se desprenden de la superficie y se eliminan del área de concreto permeable, lo que da como resultado una superficie más estable en unas pocas semanas. Una compactación y un curado adecuados pueden reducir la ocurrencia de degradación superficial (López, 2012).

En cuanto al control de aguas pluviales, existen varias estrategias de control para reducir o mitigar los problemas de drenaje urbano y control de escorrentía. La planificación y el diseño consciente y eficaz de sistemas de drenaje urbano que permitan el buen comportamiento de la estructura es el buen comienzo para que estas nuevas técnicas sean viables.

Los problemas más visibles en los sistemas de drenaje combinado son los relaves generados por la constante erosión y lavado de áreas permeables, y el drenaje con problemas de remanso y saturación. Los inconvenientes causados por las aguas servidas están relacionados con la lixiviación de desechos de superficies sólidas, conexiones ilegales o fugas de tuberías sanitarias e industriales que no han sido tratadas previamente. Por tanto, se debe controlar el caudal de vertido de las redes de alcantarillado para evitar posibles inundaciones y erosión. (Cibrian, 2009).

#### ➤ **Control de Afluentes**

Este método trata de reducir la cantidad de agua de lluvia en la superficie mediante el uso de superficies permeables, mejorando así la calidad del agua que ingresa a las alcantarillas. Esto reduce la posibilidad de saturación de estos sistemas. Las técnicas de control de alcantarillado son aplicables a ambos sistemas de drenaje. (Cibrian,

2009).

Barrer y limpiar las superficies que entran en contacto con la escorrentía puede ser una forma eficaz de reducir la masa disponible de contaminantes a través de la absorción, la erosión o la escorrentía de aguas pluviales. El uso de pavimento permeable permite que el agua penetre en una base granular y posteriormente penetre bajo tierra. Además de reducir los niveles de escorrentía, los pavimentos permeables pueden eliminar algunos contaminantes. Los químicos tóxicos y los nutrientes en la escorrentía de aguas pluviales urbanas se pueden reducir al limitar el uso de fertilizantes, pesticidas y herbicidas en los hogares. Se puede implementar una disposición adecuada de los sedimentos que comúnmente se pierden durante la construcción para reducir la contaminación (Cibrián, 2009).

Disminuya la velocidad de la escorrentía antes de que ingrese al sistema de drenaje al unir zanjas que no permiten el acceso directo al drenaje, lo que reduce la función del alcantarillado y permite que la escorrentía se filtre en áreas con pasillos permeables, aceras, estacionamientos y la retención de agua en los tanques de control de filtraciones son comunes. métodos utilizados para reducir el volumen total de escorrentía, aumentando la posibilidad de filtraciones (Cibrián, 2009).

El uso de controles de flujo es económicamente más probable que el tratamiento de aguas residuales clásico, especialmente en áreas urbanas. Las técnicas de tratamiento de aguas residuales se pueden adaptar específicamente a las necesidades del sitio, ya que los contaminantes emitidos dependen del uso de la tierra; Por ejemplo, las aceras suelen aportar más metales pesados y los parques aportan nutrientes. La táctica de control de afluencia ofrece una solución parcial a las desventajas de la escorrentía urbana asociada con el drenaje. (Cibrian, 2009).

**Control del Sistema Colector:** La variedad de inspección en el procedimiento colector es habitual ya que se mantiene en relación con el desecamiento y el sistema de alcantarillado, teniendo así técnicas derivadas a la disminución del flujo en las cuales se busca el decrecimiento de la saturación. Se conoce ciertos métodos en relación a la pérdida de flujo que buscan la disminución de impregnación y conducción de infiltración hacia el modo de desecamiento, para así disminuir la sobrecarga del desecamiento sanitario y los inconvenientes relacionados a la saturación. Algunos métodos permiten la reducción de la capacidad de escurrimiento para así tener la efectividad hacia las propiedades del suelo, mediante la cual se buscan mejorar estas mismas y poder obtener las propiedades de suspender el escurrimiento y conservación de los conductos.

➤ **Control de Almacenamiento y Tratamiento**

Los trabajos de almacenamiento y las plantas de procedimiento son hechas para tomar virtud de la economía de escalas. Estas mismas tienen la posibilidad de ser diseñadas para controlar calidad del agua mediante el procedimiento del aligeramiento del sistema de drenaje (Cibrián, 2009).

Existen organizadores para prevenir los escurrimientos en dichas superficies, aquellos se usan para buscar controlar los contaminantes que se implementa a los procesos de filtración natural del subsuelo y la disminución del volumen del desliz.

En la actualidad encontramos otros métodos más modernos la cual se requiere de una ingeniera más a fondo, mediante la cual se busca emprender una serie de disminución para que sean utilizados en áreas pequeñas o en lugares especiales. Sin embargo, los procedimientos que serán mencionados tienen la tarea de ser aprovechados individualmente para poder disminuir las impurificaciones y así poder ser una conexión de dos o más factores estructurales entre ellos:

- Incremento de la vida operacional de una estructura de dominio.
- Ampliación en la eficacia de la disminución de los contaminantes
- Soportar las restricciones que pueda ofrecer el área.

La combinación de estructuras de control de escurrimientos debe ser bien diseñada y evaluada, para que así cumpla con los requerimientos necesarios, para su buen desempeño. (Cibrián ,2009).

Una superficie permeable es aquella que permite la evacuación de aguas por dentro de su estructura. Estas superficies, pueden o no ser resistentes al tráfico. Aquellas con suficiente resistencia para el flujo vial, son nombrados como firmes permeables si todas sus capas permiten la infiltración del agua. Por otro lado, las que no ofrecen resistencias estructurales admisibles, se usan para pisos de parques jardines, etc. Por tanto, estas superficies deber de ser aptas para permitir evacuar el agua por dentro de su estructura y así poder reducir el nivel de fluido en la superficie. Rodríguez (2008).

Con lo que se pudo analizar la realidad problemática, el fluido de la precipitación agregada a la aislación de pavimentos tradicionales, puede ocasionar dos problemas consecuentes: un acrecimiento del caudal, en el cual se debe retirar por el alcantarillado permitiendo así el descenso del agua que contribuye a la napa freática. Evitar que el agua pueda seguir almacenándose en la superficie de los pavimentos nos da la posibilidad de seguir facilitando la infiltración al suelo natural, mediante una capa de concreto poroso, convirtiendo a la estructura permeable.

De lo anterior se puede justificar la investigación a nivel científico, porque se emplean los procedimientos del método científico para la obtención y análisis de datos; luego a nivel social, porque al determinar si el concreto drenante es una buena alternativa para el dominio de aguas pluviales, se va a poder mejorar el tránsito de esta calle para los peatones; también para los vehículos, ya que se evitarán las salpicaduras y el hidropilano. A nivel económico, porque con una buena aplicación del concreto drenante se reduciría el costo de los alcantarillados en las zonas urbanas, ya que estas al ser insuficientes, no aportan el nivel adecuado de evacuación de aguas pluviales en las vías. Y finalmente a nivel ambiental, el concreto drenante como elección para el control de aguas pluviales en pavimentos

es un avance en el cuidado ambiental, ya que con un adecuado manejo se puede contribuir a que el ciclo natural del agua no se vea afectada en gran medida en las zonas urbanas.

Con lo que se puede formular el problema a solucionar ¿Cuál es el efecto del diseño del concreto drenante en el control de aguas pluviales para pavimentos en el jirón Francisco de Zela – Huaraz – Ancash?, para ello se planteó la siguiente hipótesis El diseño del concreto drenante mejora el control de aguas pluviales para pavimentos en el Jirón Francisco de Zela – Huaraz – Ancash, con lo que se planteó el objetivo general Determinar el efecto del diseño del concreto drenante en el control de aguas pluviales para pavimentos en el jirón Francisco de Zela – Huaraz – Ancash, de lo cual se desprendió los objetivos específicos: Caracterizar los materiales utilizados para el diseño del concreto drenante en el control de aguas pluviales para pavimentos en el jirón Francisco de Zela – Huaraz – Ancash, Diseñar la mezcla para un concreto drenante que será utilizado en el control de aguas pluviales para pavimentos en el jirón Francisco de Zela – Huaraz – Ancash, Determinar la resistencia del concreto drenante con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , a los 7, 14 y 28 días de edad, en el control de aguas pluviales para pavimentos en el jirón Francisco de Zela – Huaraz – Ancash, Evaluar el ensayo de infiltración en el control de aguas pluviales para pavimentos en el jirón Francisco de Zela – Huaraz – Ancash, Evaluar el efecto del diseño del concreto drenante en el control de aguas pluviales para pavimentos en el jirón Francisco de Zela – Huaraz – Ancash.

## **II. METODOLOGÍA**

### **2.1 Tipo y diseño de investigación**

Por el tipo de análisis de los datos, la investigación es transversal y experimental.

Según Hernández (2003), la exploración nos permite la recolección de datos en el momento y lugar correcto. El propósito de ello es explicar estas variables y así poder obtener un análisis de inserción en el momento transcurrido, logrando capturar algo de lo sucedido.

Según Palella & Martins (2010), el diseño práctico es el cual el indagador permite manipular una variable experimental que no es comprobada.

Según Arias (2012), la exploración experimental es un desarrollo que permite someter ya sea un objeto o grupo para unas ciertas condiciones (variable independiente) y así nos permite visualizar las reacciones procedentes (variable dependiente).

Experimental: Se refiere que la indagación es de tipo experimental ya que se analiza la conducta a compresión del concreto drenante, empleando agregado grueso (piedra chancada) y la utilización en mínima cantidad del agregado fino, así como un porcentaje de aditivo. Y como este afecta en el manejo de aguas pluviales en pavimentos.

## 2.2 Población, muestra y muestreo

### Población

Está concordado por 36 briquetas para pruebas a compresión y 16 para el ensayo de permeabilidad

Tabla 1

*Testigo de concreto para rotura a compresión*

| Muestra<br>(briquetas)     | Testigos                      |                                  |                               |                               | Sub total |
|----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------|
|                            | TMN<br>3/4"++15%<br>de vacíos | TMN<br>3/4"++17%<br>de<br>vacíos | TMN<br>3/8"++15%<br>de vacíos | TMN<br>3/8"++17%<br>de vacíos |           |
| 7 días                     | 3                             | 3                                | 3                             | 3                             | 12        |
| 14 días                    | 3                             | 3                                | 3                             | 3                             | 12        |
| 28 días                    | 3                             | 3                                | 3                             | 3                             | 12        |
| <b>Total, de briquetas</b> |                               |                                  |                               |                               | <b>36</b> |

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

Tabla 2

*Testigo de concreto ensayo de permeabilidad*

| Muestra<br>(briquetas) | Testigos                        |                                 |                              |                              | Total     |
|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------|
|                        | TMN<br>3/4”+15%<br>de<br>vacíos | TMN<br>3/4”+17%<br>de<br>vacíos | TMN<br>3/8”+15%<br>de vacíos | TMN<br>3/8”+17%<br>de vacíos |           |
| <b>Cantidad</b>        | 4                               | 4                               | 4                            | 4                            | <b>16</b> |

Nota. Fuente: Elaboración propia.

### Muestra

Dado el tamaño de la población, la muestra se tomó del mismo tamaño de la población, el cual consta de un total de 54 probetas de concreto drenante.

### 2.3 Técnicas e instrumentos de investigación

Las técnicas e instrumentos de medición son el mecanismo que se emplea para lograr los datos necesarios para las investigaciones.

El desarrollo de la presente investigación consta de la confección de distintos especímenes con diferentes porcentajes de vacíos y agregado fino, los cuales posteriormente se sometieron a ensayos destructivos en el laboratorio; obteniendo así resultados que se analizaron mediante la construcción de tablas y gráficos, con el fin de poder representar la variación de resistencia en los diferentes tipos de diseños.

Los instrumentos que se emplearon en la recolección son: los ensayos de laboratorio. Los ensayos de laboratorio incluyen los ensayos de caracterización de los agregados, resistencia a la compresión y los ensayos de infiltración, en el desarrollo de la investigación, que consistió en un conjunto de pruebas realizadas para la determinación de las características del diseño de mezcla que se empleó.

Se aplicó como instrumento de recolección de datos los ensayos de agregados y los ensayos del concreto en estado endurecido. Los ensayos se realizaron en concordancia con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Peruana, el ACI 522R-10 y el ASTM; así mismo, se empleó la normativa del ACI 522R-06 para el ensayo de infiltración de modo tal obtener resultados óptimos y satisfactorios. Los ensayos que se realizaron son los siguientes:

a) Ensayos De Agregados

- Extracción y Preparación de las Muestras
- Contenido de Humedad (ASTM D-2216)
- Análisis Granulométrico (ASTM C 136-06)
- Gravedad específica y Absorción del Agregado Grueso (ASTM C-127)
- Gravedad específica y Absorción del Agregado Fino (ASTM C-127)
- Peso Unitario

b) Ensayos Del Concreto En Estado Endurecido

- Resistencia a la Compresión NTP 339.034 (ASTM C-39)
- Infiltración (ACI 522R-6)

Todos los ensayos se realizaron siguiendo las normativas antes indicadas.

Tabla 3

*Técnicas e instrumento de investigación*

| Variables              | Técnica                     | Instrumento         | Fuente                             |
|------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------------------|
| Variable Independiente | Investigación bibliográfica | Ficha bibliográfica | Bibliotecas virtuales, bibliotecas |

|                              |                             |                        |  |
|------------------------------|-----------------------------|------------------------|--|
| Diseño del concreto drenante |                             |                        | físicas, páginas web.                                    |
|                              | Observación                 | Formato de laboratorio | Encargado del laboratorio U.S.P.                         |
| Variable Dependiente         | Investigación bibliográfica | Ficha bibliográfica    | Bibliotecas virtuales, bibliotecas físicas, páginas web. |
| Control de aguas pluviales   | Observación                 | Formato de laboratorio | Encargado de laboratorio U.S.P.                          |

**Nota:** Fuente: Elaboración propia, basado en el método del proyecto.

## 2.4 Procesamiento y análisis de la información

Los procedimientos que se siguieron en la recolección de datos fueron:

- Elaboración de los ensayos de laboratorio.
- Validación y confiabilidad de los ensayos de recolección de datos.
- Procesamiento de los datos.
- Organización de los datos en cuadros.
- Representación de los datos mediante tablas y gráficos.
- Análisis e interpretación de los datos.
- Elaboración del informe de la tesis.

Mediante la información obtenida en los ensayos del laboratorio se visualizan mediante tablas, cuadros y gráficos y así estar estructurado de acuerdo a la muestra analizada y/o tiempo de curado en el concreto. Los datos obtenidos fueron ingresados al programa Microsoft Excel para la realización de cuadros, etc., también podemos visualizar las fichas elaboradas de los ensayos de materiales.

Finalizado esto se hizo un examen de los resultados en base a la teoría acerca del proyecto.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Caracterización de los agregados

Para la caracterización de los agregados, primero se realizó la compra en la cantera, luego se llevó al laboratorio para realizar las pruebas de peso unitario, peso suelto, peso seco, porcentaje de humedad y absorción concordancia a la norma ASTM respectiva a cada una de las pruebas realizadas, obteniendo los resultados detallados en el siguiente cuadro:

Tabla 4

*Cuadro de características de los agregados*

| <b>Agregado</b> | <b>TMN</b> | <b>PU<br/>Compactado<br/>(gr/cm3)</b> | <b>PU<br/>suelto<br/>(gr/cm3)</b> | <b>Pe<br/>masa<br/>(gr/cm3)</b> | <b>Porcentaje<br/>de humedad<br/>(%)</b> | <b>Porcentaje<br/>de<br/>absorción<br/>(%)</b> |
|-----------------|------------|---------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--|--|
| <b>Piedra</b>   | 3/4        | 1.514                                 | 1.384                             | 2.90                            | 0.40                                     | 0.67   |
| <b>chancada</b> | 3/8        | 1.514                                 | 1.384                             | 2.90                            | 0.40                                     | 0.67   |
| <b>Arena</b>    | -          | 1.742                                 | 1.529                             | 2.68                            | 1.03                                     | 0.77   |

**Nota:** Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados obtenidos se puede determinar que los agregados que fueron empleados en los ensayos son adecuados y se encuentran dentro de los parámetros establecidos por norma.

Tabla 5

*Cuadro de características del cemento.*

|                | <b>Marca</b> | <b>Tipo</b> | <b>Pe</b> |
|----------------|--------------|-------------|-----------|
| <b>Cemento</b> | Pacasmayo    | ASTM-1      | 3.10      |

**Nota:** Fuente: Elaboración propia

Las especificaciones técnicas del cemento fueron obtenidas de lo brindado por el proveedor.

### 3.2. Diseño de mezcla

#### TMN 3/8" + 15% DE VACIOS

##### Especificaciones

- La elección de las proporciones se creó utilizando el método del ACI.
- El vigor en la presión de diseño especificada es de 210 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

##### Materiales

###### a. Cemento:

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico ..... 3.10

###### b. Agua:

- Potable, de la zona.

###### c. Agregado fino:

###### Cantera: Rubén

- Peso específico de masa 2.68 kg/m
- Peso unitario suelto 1529 m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1742 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 1.03%
- Absorción 0.77%
- Módulo de fineza 2.60

###### d. Agregado grueso:

###### Cantera: Rubén

- Piedra, perfil angular
- Tamaño máximo nominal 3/8"
- Peso específico de masa 2.90
- Peso unitario suelto 1384 kg/m<sup>3</sup>

- Peso unitario compactado      1514 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad            0.40%
- Absorción                            0.67%

#### Selección del asentamiento

La resolución a las especificaciones, nos indican que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que compensa un asentamiento de 3" a 4".

#### Volumen unitario de agua

Para una mixtura de concreto con asentamiento de 3" a 4" sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 126 lt/m<sup>3</sup>.

#### Relación de agua-cemento

Se logra una relación de agua-cemento de 0.298.

#### Factor de cemento

F.C.:  $126/0.298=421.812 \text{ kg/m}^3=9.92 \text{ bolsas/m}^3$

#### Valores de diseño corregidos

Cemento..... 421.812 kg/m<sup>3</sup>  
 Agua efectiva ..... 128.976 lts/m<sup>3</sup>  
 Agregado fino ..... 101.635 kg/m<sup>3</sup>  
 Agregado grueso ..... 1285.973 kg/m<sup>3</sup>

#### Proporciones en peso

$421.812/421.812: 101.635/421.812: 1285.973/421.812$

Proporciones en volumen

|   |   |      |   |      |   |                 |
|---|---|------|---|------|---|-----------------|
| 1 | : | 0.24 | : | 3.05 | : | 13.00 lts/bolsa |
|---|---|------|---|------|---|-----------------|

|   |   |      |   |      |   |                 |
|---|---|------|---|------|---|-----------------|
| 1 | : | 0.23 | : | 3.29 | : | 13.00 lts/bolsa |
|---|---|------|---|------|---|-----------------|

Las características del cemento utilizado en la investigación (Pacasmayo Portland Tipo I), fueron recabadas directamente de la ficha técnica distribuida por el fabricante. El agua empleada para la mezcla, fue potable, suministrada por la red pública de servicio de agua.

Se realizaron cuatro diseños de mezcla en base a las características obtenidas de los elementos especificados en las tablas N°4 y N°5, con diferentes porcentajes de vacíos y tamaño máximo nominal, los cuales fueron el de TMN 3/4" con 15% y 17% de vacíos, TMN 3/8" con 15% y 17% de vacíos (ver en anexos). Obteniendo como diseño de mezcla óptimo el de TMN 3/8" con 15% y 17% de vacíos, obteniendo resistencias de 277.4 kg/cm<sup>2</sup> y 269.82 kg/cm<sup>2</sup>, con una permeabilidad promedio de 1.68 cm/s y 1.87 cm/s respectivamente, según resultados obtenidos de laboratorio.

### **3.3. Ensayo de resistencia a la compresión SEGÚN ASTM C-39**

Se realizaron probetas de dimensiones 6"x12", para ensayarlos a 7 días, 14 y 28 días de edad. En las tablas siguientes se visualizan los resultados reflejados tras realizar el ensayo de Resistencia a la Compresión de las mezclas trabajadas. Por cada tipo de mezcla se alcanzó nueve probetas cilíndricas para su respectivo ensayo. Estas fueron realizadas en concordancia a lo establecido en la normativa ASTM C-39. Para poder realizar este ensayo se colocó el testigo de concreto en la máquina de ensayo a compresión y se aplica una carga constante hasta llegar al punto de rotura del espécimen, luego se anota el dato obtenido el cual se divide entre el área de la sección transversal del espécimen así obteniendo el valor de la resistencia a la compresión del diseño analizado.

#### **Rotura de probetas a los 7 días.**

Después de realizar los ensayos a compresión a los 7 días se puede apreciar que los valores adquiridos para las diferentes mezclas son de 87.86 kg/cm<sup>2</sup> para la muestra de TMN 3/4" +15% de vacíos, 226.30 kg/cm<sup>2</sup> para la muestra

de TMN 3/8” +15% de vacíos, 153.17 kg/cm<sup>2</sup> para la muestra de TMN 3/4” +17% de vacíos, 238.40 kg/cm<sup>2</sup> para la muestra de TMN 3/8” +17% de vacíos, como se muestra en la tabla N°06.

*Tabla 6*

*Cuadro de valores de resistencia alcanzadas a los 7 días*

| <b>Muestra</b>                             | <b>Edad (Días)</b> | <b>Resistencia kg/cm<sup>2</sup></b> | <b>Resistencia Promedio kg/cm<sup>2</sup></b> |
|--|--------------------|--------------------------------------|---|
| <b>TMN 3/4”<br/>+15% de<br/>vacíos</b>     | 7                  | 84.34                                | 87.86   |
|  | 7                  | 87.86                                |   |
|  | 7                  | 91.38                                |   |
| <b>TMN<br/>3/8”<br/>+15% de<br/>vacíos</b> | 7                  | 220.18                               | 226.30  |
|  | 7                  | 225.87                               |   |
|  | 7                  | 241.81                               |   |
| <b>TMN 3/4”<br/>+17% de<br/>vacíos</b>     | 7                  | 153.44                               | 156.23  |
|  | 7                  | 156.23                               |   |
|  | 7                  | 159.03                               |   |
| <b>TMN<br/>3/8”<br/>+17% de<br/>vacíos</b> | 7                  | 263.07                               | 238.40  |
|  | 7                  | 220.18                               |   |
|  | 7                  | 231.96                               |   |

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

Se observa que las muestras de TMN de 3/8” han superado, a la edad de 7 días, el diseño base que fue de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Rotura de probetas a los 14 días.**

Después de realizar los ensayos a compresión a los 14 días se puede apreciar que los valores adquiridos para las diferentes mezclas son de 127.62 kg/cm<sup>2</sup> para la muestra de TMN 3/4" +15% de vacíos, 273.14 kg/cm<sup>2</sup> para la muestra de TMN 3/8" +15% de vacíos, 193.39 kg/cm<sup>2</sup> para la muestra de TMN 3/4" +17% de vacíos, 267.85 kg/cm<sup>2</sup> para la muestra de TMN 3/8" +17% de vacíos, como se muestra en la tabla N°07.

Tabla 7

*Cuadro de valores de resistencia alcanzadas a los 14 días.*

| <b>Muestra</b>                           | <b>Edad (Días)</b> | <b>Resistencia kg/cm<sup>2</sup></b> | <b>Resistencia Promedio kg/cm<sup>2</sup></b> |
|--|--------------------|--------------------------------------|---|
| <b>TMN 3/4"</b><br><b>+15% de vacíos</b> | 14                 | 120.42                               | 127.62  |
|  | 14                 | 121.50                               |   |
|  | 14                 | 140.93                               |   |
| <b>TMN 3/8"</b><br><b>+15% de vacíos</b> | 14                 | 273.65                               | 273.14  |
|  | 14                 | 273.14                               |   |
|  | 14                 | 272.63                               |   |
| <b>TMN 3/4"</b><br><b>+17% de vacíos</b> | 14                 | 175.80                               | 193.39  |
|  | 14                 | 204.55                               |   |
|  | 14                 | 199.83                               |   |
| <b>TMN 3/8"</b>                          | 14                 | 256.04                               | 267.85  |
|  | 14                 | 270.16                               |   |

|                       |    |        |
|-----------------------|----|--------|
| <b>+17% de vacíos</b> | 14 | 277.35 |
|-----------------------|----|--------|

**Nota:** Fuente: Elaboración propia

Se observa que las muestras de TMN de 3/8” han superado, a la edad de 14 días, el diseño base que fue de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo que se muestra el incremento de la resistencia al pasar la edad de curado del concreto.

### **Rotura de probetas a los 28 días.**

Después de realizar los ensayos a compresión a los 28 días se puede apreciar que los valores adquiridos para las diferentes mezclas son de 155.36 kg/cm<sup>2</sup> para la muestra de TMN ¾” +15% de vacíos, 277.24 kg/cm<sup>2</sup> para la muestra de TMN 3/8” +15% de vacíos, 207.27 kg/cm<sup>2</sup> para la muestra de TMN ¾” +15% de vacíos, 269.82 kg/cm<sup>2</sup> para la muestra de TMN 3/8” +15% de vacíos, como se muestra en la tabla N°8.

Tabla 8

*Cuadro de valores de resistencia alcanzadas a los 28 días.*

| <b>Muestra</b>        | <b>Edad (Días)</b> | <b>Resistencia kg/cm<sup>2</sup></b> | <b>Resistencia Promedio kg/cm<sup>2</sup></b> |
|-----------------------|--------------------|--------------------------------------|---|
| TMN ¾”                | 28                 | 155.43                               |   |
| <b>+15% de vacíos</b> | 28                 | 159.08                               | 155.36  |
|                       | 28                 | 151.56                               |   |
| <b>TMN 3/8”</b>       | 28                 | 279.02                               |   |
| <b>+15% de vacíos</b> | 28                 | 279.02                               | 277.24  |
|                       | 28                 | 273.68                               |   |
|                       | 28                 | 206.97                               | 207.27  |

|                |    |        |        |
|----------------|----|--------|--------|
| TMN 3/4"       | 28 | 189.09 |        |
| +17% de vacíos | 28 | 225.76 |        |
| TMN 3/8"       | 28 | 261.41 |        |
| +17% de vacíos | 28 | 273.92 | 269.82 |
|                | 28 | 274.13 |        |

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

Se observa que las muestras de TMN de 3/8" han superado, a la edad de 28 días, el diseño base que fue de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo que se muestra el incremento de la resistencia al pasar la edad de curado del concreto. Así mismo, se puede observar que los diseños de contienen el agregado de TMN 3/4" no llegan a cumplir el valor de diseño original, siendo estos descartados para ser empleados en función a los objetivos de resistencia del presente estudio.

### 3.4. Ensayo de permeabilidad según ACI 522R-6

El ensayo de permeabilidad se ejecutó de acorde a lo estipulado en el reporte del ACI 522R-6. Con la ayuda del infiltrometro en el laboratorio.

Después de realizar los ensayos de permeabilidad se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla N°9.

Tabla 9

*Resultados de la permeabilidad (cm/s) de las muestras.*

| Muestra            | Edad (Días) | K cm/s | K promedio cm/s |
|--------------------|-------------|--------|-----------------|
| TMN                | 7           | 1.765  |                 |
| 3/4"+15% de vacíos | 7           | 1.797  | 1.79            |
|                    | 7           | 1.857  |                 |

|           |   |       |      |
|-----------|---|-------|------|
|           | 7 | 1.756 |      |
|           | 7 | 1.667 |      |
| TMN       | 7 | 1.7   |      |
| 3/8"+15%  | 7 | 1.679 | 1.68 |
| de vacíos | 7 | 1.684 |      |
|           | 7 | 2.21  |      |
| TMN       | 7 | 2.13  |      |
| 3/4"+17%  | 7 | 2.02  | 2.12 |
| de vacíos | 7 | 2.09  |      |
|           | 7 | 1.884 |      |
| TMN       | 7 | 1.859 |      |
| 3/8"+17%  | 7 | 1.874 | 1.87 |
| de vacíos | 7 | 1.839 |      |

**Nota:** Fuente: Elaboración propia

Se percibe que los resultados obtenidos están dentro de lo establecido por la norma ACI 522R-10, dado que el rango en que varía es de 0.14 a 1.22 cm/s.

En base a la observación y análisis de los resultados obtenidos se difiere que los diseños cumplen con una adecuada infiltración, siendo los de mayor infiltración las muestras estudiadas del TMN 3/4" + 15% y 17% con 1.79 cm/s y 2.12 cm/s respectivamente, siendo en este aspecto aptas para ser usadas como alternativa para el control de aguas pluviales, en referencia al objetivo referente a esta propiedad del concreto drenante.

#### IV. ANALISIS Y DISCUSION

Después de obtener los datos en laboratorio se procede al análisis de los mismos. Se toman en cuenta los datos obtenidos de las roturas de probetas a los 7, 14 y 28 días. Así como del ensayo de infiltración realizada a las diferentes probetas obtenidas de los diferentes diseños analizados.

Así mismo, se puede deducir que el tamaño de agregado usado en las mezclas es fundamental para el valor de resistencia obtenida, debido a que los de mayor tamaño obtuvieron resistencias inferiores a los de tamaño inferior.

La alta resistencia obtenida en las mezclas se debe a la gran cantidad de cemento y a la adicción de arena en la mezcla.

En el estudio se pretendió inspeccionar las variables nombradas y así identificar la calidad del concreto drenante. A continuación, se podrá deliberar los principales aciertos obtenidos acerca del tema.

#### Caracterización de los agregados

En base a los resultados mostrados en la tabla N°4, se puede apreciar que los resultados obtenidos del ensayo de laboratorio de los agregados se encuentran dentro del rango establecido por la norma NTP Y ASTM.

- El peso específico del agregado grueso es de 2.90 kg/cm<sup>3</sup>, se encuentra dentro de los rangos establecidos en la NTP 400.037 (ASTM C-127).
- La absorción del agregado grueso es de 0.67 %, lo que indica que cumplió con los requerimientos establecidos en la NTP 400.037 (ASTM C-127).
- El contenido de humedad es de 0.40 % lo cual indica que cumplió con los requerimientos establecidos en la NTP 400.037 (ASTM D-2216).
- El peso unitario suelto es de 1384 kg/m<sup>3</sup> lo cual indica que cumplió con los requerimientos establecidos en la NTP 400.037
- El peso unitario compactado es de 1514 kg/m<sup>3</sup> lo cual indica que cumplió con los requerimientos establecidos en la NTP 400.037.
- El peso específico del agregado fino es de 2.68 kg/cm<sup>3</sup>, se encuentra dentro de los rangos establecidos en la NTP 400.037 (ASTM C-127).
- La absorción del agregado fino es de 0.77 %, lo que indica que cumplió con los requerimientos establecidos en la NTP 400.037 (ASTM C-127).
- El contenido de humedad es de 1.03 % lo cual indica que cumplió con los requerimientos establecidos en la NTP 400.037 (ASTM D-2216).
- El peso unitario suelto es de 1529 kg/m<sup>3</sup> lo cual indica que cumplió con

los requerimientos establecidos en la NTP 400.037

- El peso unitario compactado es de 1742 kg/m<sup>3</sup> lo cual indica que cumplió con los requerimientos establecidos en la NTP 400.037.

Por lo que se infiere que los agregados utilizados en la presente tesis son adecuados para los fines en los que fueron empleados.

#### Diseño de mezcla

El diseño de mezcla óptimo obtenido en base a los resultados obtenidos de laboratorio son los de TMN 3/8" con 15% y 17% de vacíos, con un valor cercano de 0.10 de a/A, con proporciones en volumen de 1: 0.23: 3.29: 13.00 lts/bolsa y 1: 0.23: 3.19: 12.98 lts/bolsa respectivamente; por ende, estos diseños pueden ser usados en la construcción de un concreto drenante que cumple con las medidas establecidas tanto en resistencia a la compresión como de permeabilidad.

Palacios (2018), en su tesis titulada: Diseño de concreto permeable para su aplicación en pavimentos como óptimo sistema de drenaje en distrito de Independencia – Huaraz – Ancash, 2018. Los resultados más destacados obtenidos son el incremento de 3/8 de pulgada, puesto que los resultados son 180,68 kg/cm<sup>2</sup> y 28,33 kg/cm<sup>2</sup> se encuentran dentro de los valores establecidos por la norma. Con una permeabilidad de 0,116 cm/s. Para un diseño con Agregado de 3/8" especificado sus proporciones en volumen cuya relación fue 1 : 4.37 / 12.55lt.

Los autores Guizado y Curi (2017), en su tesis titulada "Evaluación del concreto permeable como una alternativa para el control de las aguas pluviales en vías locales y pavimentos especiales de la costa noroeste del Perú", obtuvieron la resistencia a los 28 días para M-H8-ang-19.5%-ar, H-H8-ang-21.5%-ar, de 221.5kg/cm<sup>2</sup>, 213kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, para un diseño de  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>. Con un diseño inicial de Mezcla M: Con 15% de contenido de vacíos, agregado N° 8 (3/8") anguloso, con 0.1 arena/agregado y Mezcla H: Con 17% de contenido de vacíos, agregado N° 8 (3/8") anguloso, con 0.1 arena/agregado.

De lo anterior se puede discernir que los diseños de mezcla con agregados de 3/8" pueden lograr un mayor resultado en cuanto a resistencia a la compresión y del mismo modo poseer un valor de infiltración dentro de lo requerido por la normativa.

#### Resistencia a la compresión

Se puede analizar la resistencia del concreto permeable va incrementando con el pasar de los días. A los 14 días ya se observa que se ha logrado a casi el 90% de las resistencias obtenidas a los 28 días, sobre todo en las mezclas de TMN 3/8". Esto se debe a la gran cantidad de cemento en la mezcla y el calor de hidratación generado lo que desencadena altas resistencias a tempranas edades.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede distinguir que en referente a los 4 grupos de mezcla se hallan variaciones respecto a los valores de resistencia obtenidos a los diferentes días de prueba. Ya que se ha mantenido una relación de agua-cemento constante, así mismo, la cantidad de cemento y agua, para cada tipo de agregado, se observa que las muestras que obtienen mayores resistencias son aquellas que contiene agregados del TMN 3/8", esto se debe a que se adhieren mejor los elementos los unos a los otros y generar mayor superficie de contacto.

También se observa que las resistencias alcanzadas en el grupo de TMN 3/4" +15% vacíos es el que menor resistencia a adquirido, lo cual se podría basar en factores como la calidad del mezclado y la diferencia en que la cantidad de agregado supera a la de las mezclas de TMN 3/8", esto sucede debido a que al momento de verificar las proporciones de la mezcla se realizaron modificaciones para llegar al porcentaje de vacío requerido.

Los valores del grupo TMN 3/4" +17% vacíos tienden a tener un valor mayor por lo que afianza el hecho que la cantidad variable del agregado grueso en la mezcla

ha influido en gran parte en la obtención de la resistencia, ya que si se observa los valores más altos han sido de las mezclas con menor cantidad de agregado grueso en comparación a las anteriores.

De los resultados obtenidos se tiene como resultados óptimos a las muestras del grupo del TMN 3/8” ya que se encuentran dentro de las resistencias establecidas de la norma ACI 522R-10 el cual indica que un concreto drenante oscila entre 28 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup> y el de diseño que fue de  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

En esta tesis se ha logrado superar, a la edad de 28 días, el valor de diseño presentada, las que se encuentran en las mezclas del grupo de TMN 3/8” con 15% y 17% de vacíos, obteniendo resistencias de 277.4 kg/cm<sup>2</sup> y 269.82 kg/cm<sup>2</sup>, con una permeabilidad promedio de 1.68 cm/s y 1.87 cm/s respectivamente, para un diseño de  $f'_c= 210$  kg/cm<sup>2</sup>. Incluyendo un 10% de arena.

Los autores Guizado y Curi (2017), en su tesis titulada “Evaluación del concreto permeable como una alternativa para el control de las aguas pluviales en vías locales y pavimentos especiales de la costa noroeste del Perú”, obtuvieron la resistencia a los 28 días para M-H8-ang-19.5%-ar, H-H8-ang-21.5%-ar, de 221.5kg/cm<sup>2</sup>, 213kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, para un diseño de  $f'_c=175$  kg/cm<sup>2</sup>. Lo que nos da a conocer que se pueden obtener resistencias considerables en el concreto permeable. Estos valores se obtuvieron con el agregado Huso 8 (3/8”), por lo que se deduce que este tamaño de agregados es generalmente el que aporta mayor resistencia en la producción del concreto permeable, al igual que el uso de la arena en un porcentaje de un 10% en la mezcla.

Por ende, se demuestra que con agregados de tamaño menores a los  $\frac{3}{4}$ " se pueden obtener mejores resistencias a la presión a los 28 días en el concreto permeable. Así también la inclusión de arena en la mezcla ayuda a la unión del elemento logrando un concreto más resistente.

#### Permeabilidad

En base a la observación y análisis de los resultados obtenidos se difiere que los diseños cumplen con una adecuada infiltración, siendo los de mayor infiltración las muestras estudiadas del TMN  $\frac{3}{4}$ " + 15% y 17% con 1.79 cm/s y 2.12 cm/s respectivamente, siendo en este aspecto aptas para ser usadas como alternativa para el control de aguas pluviales, en referencia al objetivo referente a esta propiedad del concreto drenante. Y los de menores resultados obtenidos son del grupo de TMN  $\frac{3}{8}$ " +15% de vacíos con 1.68 cm/s y 1.87 cm/s respectivamente.

Se percibe que los resultados obtenidos están dentro de lo establecido por la norma ACI 522R-10, dado que el rango en que varía es de 0.14 a 1.22 cm/s.

Jiménez (2018) en su tesis titulada: *Evaluación del concreto permeable como alternativa sustentable para el control de aguas pluviales en la ciudad de Castilla, Provincia de Piura y Departamento de Piura*. Como resultado de la evaluación de los siete diseños compuestos, pudo definir que el diseño compuesto óptimo es el #07, que después de 28 días logró una resistencia a la compresión de 238 kg/cm<sup>2</sup> y al mismo tiempo una permeabilidad de 0.1582 cm/seg, por lo tanto, cumplió con el requisito de permeabilidad establecido por la norma.

Entonces se concluye que, habiendo analizado y evaluando los resultados obtenidos de los ensayos realizados tanto de resistencia a la compresión como la de infiltración, se concluye que los diseños de mezcla de TMN  $\frac{3}{8}$ " +15% de vacíos y TMN  $\frac{3}{8}$ " +17% de vacíos son pertinentes para ser utilizadas como alternativa para el control de aguas pluvial en el jirón Francisco de Zela-Huaraz-Ancash.

Bautista (2018), en su disertación titulada: Proyecto de tapicería rígida permeable para evacuación de aguas pluviales según norma ACI 522R-10. Su resultado de una variedad de construcciones, fue una resistencia a la compresión de  $f^c=178.99$  kg/cm<sup>2</sup> y un módulo de rotura  $MR=44.08$  kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo un coeficiente de permeabilidad de 0.20 cm/s., concluyendo así que dicho diseño se puede aplicar para pavimentos rígidos.

Palacios (2018), en su tesis titulada: Diseño de concreto permeable para su aplicación en pavimentos como óptimo sistema de drenaje en distrito de Independencia – Huaraz – Ancash, 2018. Los resultados más destacados obtenidos son el incremento de 3/8 de pulgada, puesto que los resultados son 180,68 kg/cm<sup>2</sup> y 28,33 kg/cm<sup>2</sup> se encuentran dentro de los valores establecidos por la norma. Con una permeabilidad de 0,116 cm/s. De esto se puede concluir que se puede realizar una mezcla de concreto permeable correcta.

## V. CONCLUSIONES

- La caracterización de los instrumentos manejados en el diseño del concreto drenante, mediante ensayos de laboratorio muestran que estos agregados están en condiciones óptimas para su uso en los diseños.
- Los diseños de mezcla óptimos para la elaboración de un concreto drenante con las características de resistencia a la compresión y de infiltración adecuados, son las del TMN 3/8" +15% de vacíos y TMN 3/8" +17% de vacíos, como se pudo observar en los resultados de laboratorio obtenidos.
- La resistencia a compresión del concreto drenante fue de 277.4 kg/cm<sup>2</sup> y 269.82 kg/cm<sup>2</sup> de TMN 3/8" con 15% y 17% de vacíos respectivamente a los 28 días de edad, los cuales logran superar el diseño inicial en cuanto a la resistencia. Ambos valores obtenidos cumplen con los parámetros establecidos por el ACI 522R-10 para el concreto permeable.
- La permeabilidad registrada según los resultados es: 1.68 cm/s y 1.87 cm/s respectivamente para las muestras de TMN 3/8" +15% de vacíos y TMN 3/8" +17% de vacíos, los de TMN 3/4" + 15% y 17% con 1.79 cm/s y 2.12 cm/s respectivamente, por lo que, se puede concluir que los diseños son efectivos en referencia a la propiedad de infiltración solicitada del concreto drenante.
- Entonces se concluye que, habiendo analizado y evaluando los resultados obtenidos de los ensayos realizados tanto de resistencia a la compresión como la de infiltración, se concluye que los diseños de mezcla de TMN 3/8" +15% de vacíos y TMN 3/8" +17% de vacíos son pertinentes para ser utilizadas como alternativa para el control de aguas pluvial en el jirón Francisco de Zela-Huaraz-Ancash.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Es recomendable realizar primero la caracterización de los agregados, para tener seguridad de que están en condiciones para ser utilizados en las mezclas en base a las normas establecidas.
- Los diseños de las mezclas deben de realizarse de acuerdo a los datos obtenidos de laboratorio de los agregados y especificaciones de los demás insumos, para así lograr resultados óptimos y verídicos.
- Se sugiere realizar las pruebas a compresión del concreto drenante en el laboratorio siguiendo lo especificado en las normas, para así lograr obtener datos específicos y con mayor validez.
- Los ensayos de infiltración deben de realizarse necesariamente, para determinar, así eficazmente si el diseño empleado para la elaboración del concreto drenante cumple realmente como alternativa para el control de aguas pluviales.
- En base a los resultados obtenidos, se recomienda seguir esta línea de investigación para determinar mayores pruebas a la efectividad del concreto drenante como alternativa del control de aguas pluviales en el jirón Francisco de Zela-Huaraz-Ancash.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ACI 522R-10 (2010). *Report on Pervious Concrete*. American Concrete

Institute. Recuperado de:

<https://es.scribd.com/document/350118331/ACI-Committee-522-ACI-522R-10-Report-on-Pervious-Concrete-Reapproved-2011-American-Concrete-Institute-ACI-2010-pdf>

Bautista, A (2018). *Diseño de pavimento rígido permeable para la evacuación de agua pluviales según la norma ACI 522R-10*. (Tesis de pregrado), Universidad de San Martín de Porres, Lima, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/usmp/4928>

Cibrián, I. (2009). *Reducción de escurrimientos pluviales mediante la utilización de pavimentos de concreto permeable*. (Tesis de pregrado), Universidad Autónoma de México, México. Recuperado de: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/2903/cibrianfernandez.pdf?sequence=1>

Choque, H., Ccana, J. (2016). *Evaluación de la resistencia a compresión y permeabilidad del concreto poroso elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, adicionando aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l para una resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>*, (Tesis de pregrado), Universidad Andina del Cusco, Cusco, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/710>

Esquerre, M., Silva H. (2019). Propuesta de diseño de pavimento drenante para la captación de agua de lluvias en zonas urbanas del norte del Perú. (Tesis de pregrado), Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima; Perú. Recuperado de:

[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625617/EsquerreG\\_M.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625617/EsquerreG_M.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

Guizado, A., Curi, E. (2017). *Evaluación del concreto permeable como una alternativa para el control de las aguas pluviales en vías locales y pavimentos especiales de la costa noroeste del Perú*. (Tesis de pregrado), Universidad Pontificia Católica del Perú. Perú. Recuperado de:

[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/9831/GUIZADO\\_AGNETH\\_CURI\\_PIERO\\_TESIS.pdf?sequence=1](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/9831/GUIZADO_AGNETH_CURI_PIERO_TESIS.pdf?sequence=1)

Jiménez, H. (2018). *Evaluación del concreto permeable como una alternativa sostenible para el control de las aguas pluviales en la ciudad de Castilla, provincia Piura y departamento de Piura*. (Tesis de pregrado), Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1904>

Laguna, J., Piedrahita, O. (2017). *Estudio comparativo de mezclas de concreto poroso usando materiales disponibles en Cartagena de Indias para uso de pavimentos en parqueaderos*. (Tesis de Pregrado), Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias D.T.YC. Recuperado de: [http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/3082/Dise%C3%B1o\\_aplicacion\\_concreto.pdf?sequence=1](http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/3082/Dise%C3%B1o_aplicacion_concreto.pdf?sequence=1)

Meininger, R. (1988). *No-Fines Pervious Concrete for Paviment*. Maryland: NRMCA.

Moujir, F., Castañeda, L. (2014). *Diseño y aplicación de concreto poroso para pavimentos*. (Tesis de pregrado), Pontificia Universidad Javeriana, Santiago de Cali. Recuperado de: <http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/3082/Dise%F>

1o\_aplicacion\_concreto.pdf;jsessionid=D86098F4552D1CE63B5684  
AD506BFEA8?sequence=1

Mulligan, A. (2005). *Aggregate Type and Size*. En A. M. Mulligan, *Attainable Compressive Strength of Pervious Concrete Paving Systems*. University of Central Florida, Florida. Recuperado de: <https://stars.library.ucf.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=&httpsredir=1&article=1472&context=etd>

Palacios, F. (2018). *Diseño de concreto permeable para su aplicación en pavimentos como óptimo sistema de drenaje en distrito de Independencia – Huaraz – Ancash, 2018*. (Tesis de pregrado), Universidad Cesar Vallejo, Huaraz, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26760>.

Panduro, S., Sinti, R. (2021). *Propuesta de diseño de pavimento, utilizando concreto permeable para el control del drenaje pluvial en el distrito de La Banda de Shilcayo, provincia y departamento de San Martín*. (Tesis de pregrado), Universidad Científica del Perú. Recuperado de: <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1743/PANDURO%20SABOYA%20SEGUNDO%20JAVIER%20Y%20SINTI%20R%20C3%8DOS%20RAFAEL%20BRISTOL%20-%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## **AGRADECIMIENTOS:**

A mis padres por siempre apoyarme y servirme de soporte cuando los he necesitado. Por siempre haber estado orgullosos e impulsarme a seguir adelante a pesar de las dificultades que se presentaron a lo largo de estos años de estudios.

A los asesores encargados, por su apoyo durante el proceso de la realización de este proyecto.

En general a todos aquellos que formaron parte en la realización del trabajo de investigación en la parte experimental, gracias por estar ahí para mí y darme su apoyo, en especial a la persona que estuvo presente en todo el proceso de la misma.

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**Concreto Drenante como alternativa en el control de aguas  
pluviales para pavimentos en el jirón Francisco de Zela-  
Huaraz-Ancash.**

Tesis para optar por el título profesional de Ingeniería Civil

**Autor:**

**Sevillano Flores, Lucía del Carmen**

**Autor (s)- Código ORCID:**

**Moncada Saucedo, Segunda**

**0000-0002-1553-5273**

**HUARAZ – PERÚ**

**2022**

*Conceptuación y operacionalización de las variables.*

Tabla 10

*Conceptuación y operacionalización de las variables*

| VARIABLES  | Definición conceptual   | Definición operacional  | Dimensiones  | Indicadores   |
|--|---|---|--|---|
| Variable Independiente (X)<br>Diseño del concreto drenante | Según ACI 522R (2010), es un tipo de concreto que permite pasar por su estructura cierta cantidad de agua Constituido por cemento Portland, agregado grueso, un poco de agregado fino, aditivos y agua. | La capacidad de drenaje del concreto se medirá en base a la función de indicadores: resistencia a la compresión, contenido de vacíos y tamaño del agregado. | Resistencia a la compresión<br><br>Contenido de vacíos<br><br>Tamaño de agregado | Mayor o igual $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup><br><br>% vacíos<br><br>TMN: 3/4" y 3/8". |
| V.D (Y)<br>Control de aguas pluviales                      | Mediante este almacenamiento se trata de mejorar la calidad de agua de lluvia y los efectos negativos que estas producen en urbanizaciones.   | El control de aguas pluviales en pavimentos se medirá en función de ciertos indicadores de las superficies permeables                                       | Superficies permeables   | Capacidad de drenaje Cm/s.  |

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

## PANEL FOTOGRÁFICO



**Imagen 01: Cuarteo de los agregados, para la toma de muestra.**



**Imagen 02: Proceso para la realización de las pruebas de peso unitario.**



**Imagen 03: Ensayos de granulometría en el laboratorio.**



**Imagen 04: Rotura de briquetas en el laboratorio.**

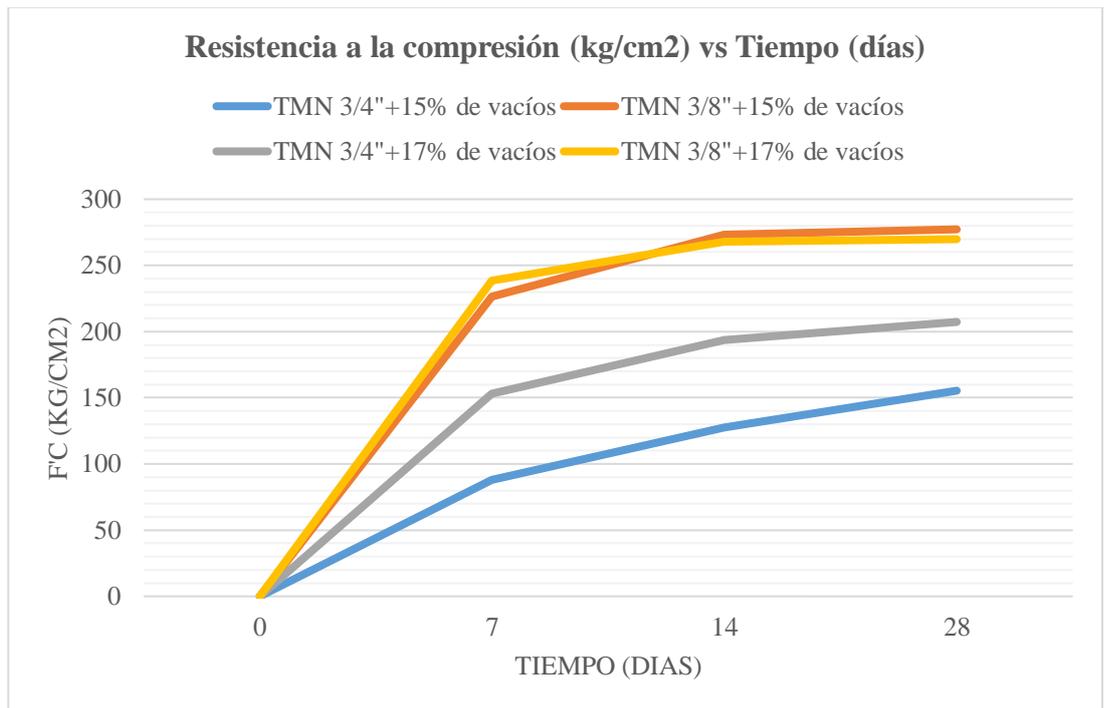


Figura 1: Resistencia del concreto permeable a los 28 días.

Fuente: Elaboración propia

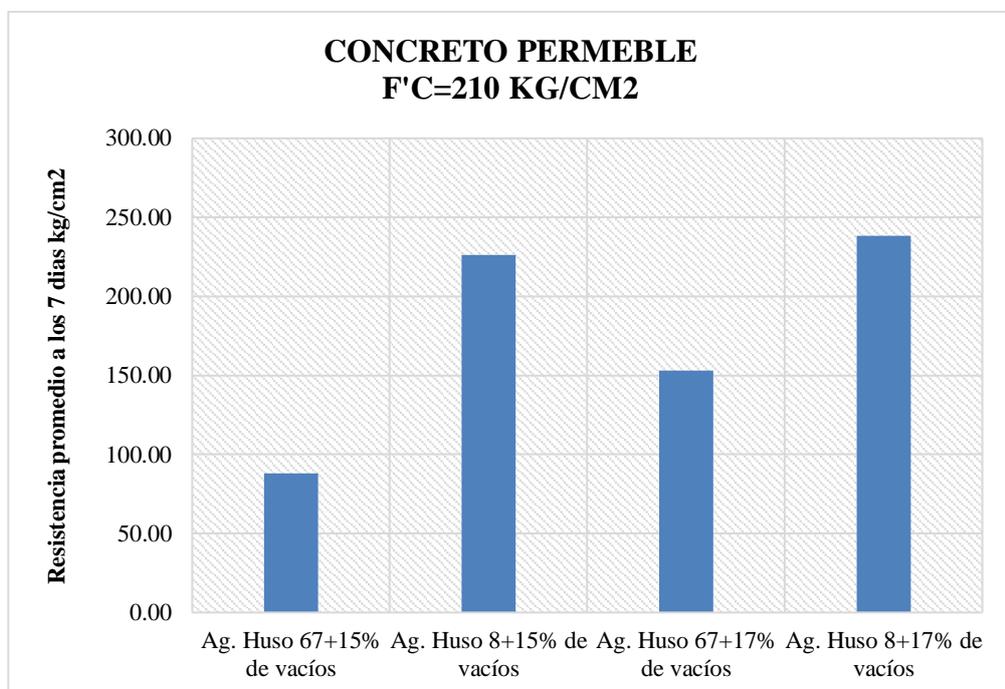


Figura 2: Resistencia del concreto permeable a los 7 días.

Fuente: Elaboración propia

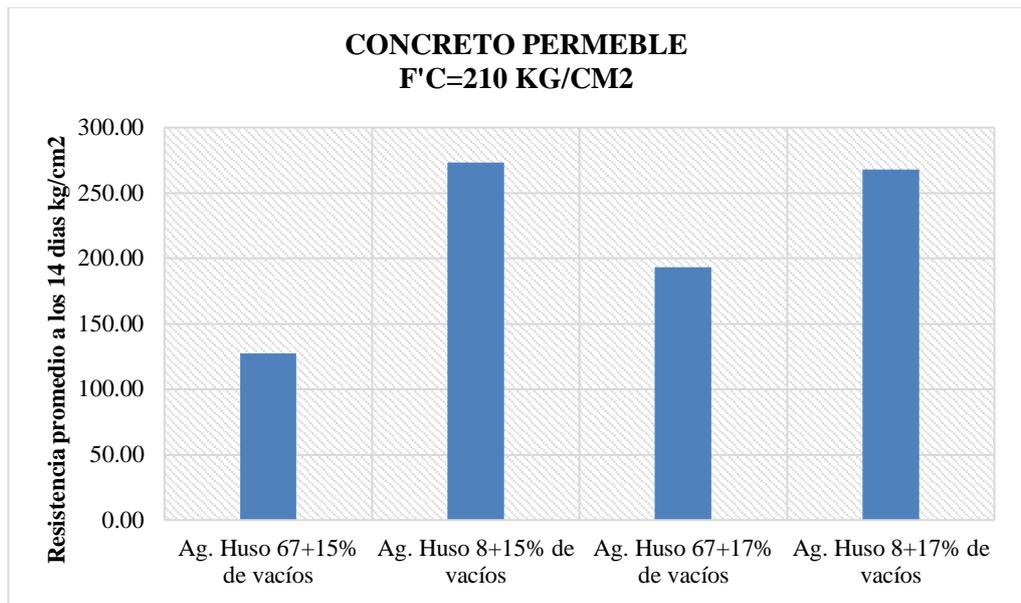


Figura 3: Resistencia del concreto permeable a los 14 días.  
Fuente: Elaboración propia

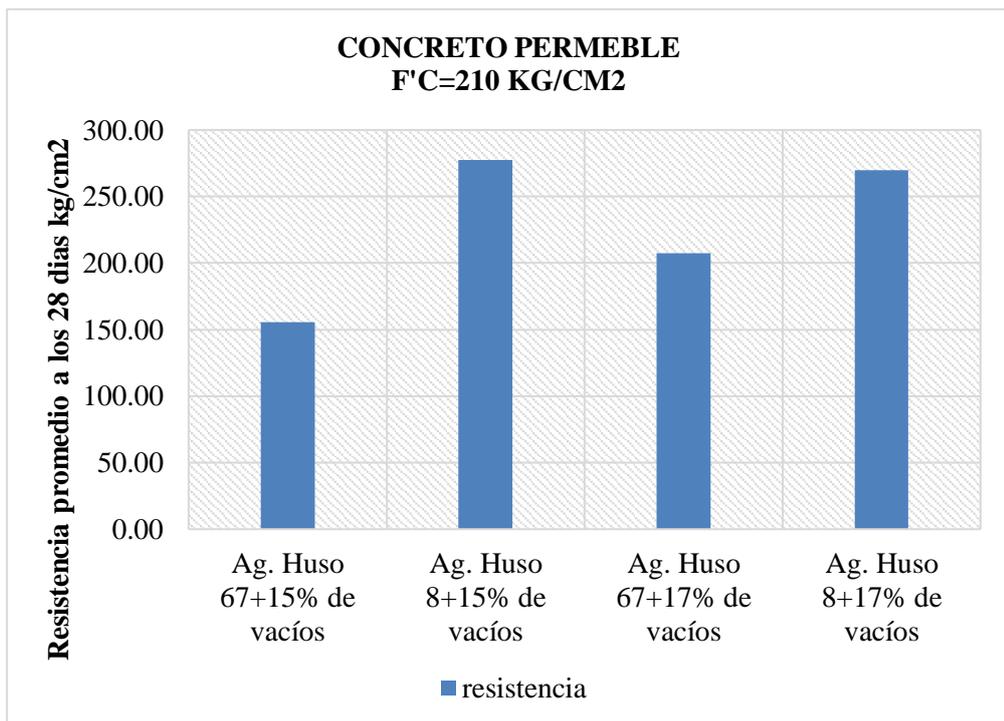


Figura 4: Resistencia del concreto permeable a los 28 días.  
Fuente: Elaboración propia.

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

**SOLICITA :** Bach. SEVILLANO FLORES, Lucia del Carmen.

**TESIS :** "Concreto Drenante Como Alternativa en el Control de Aguas Pluviales para Pavimentos en el Jiron Francisco de Zela - Huaraz - Ancash"

**FECHA:** 27/07/2020

**F'c :** 210 kg/cm<sup>2</sup>

| Nº | TESTIGO                   | PROGRESIVA | SLUMP | FECHA     |            | EDAD | FC                 | FC/F'c |
|----|---------------------------|------------|-------|-----------|------------|------|--------------------|--------|
|    | ELEMENTO                  | KM.        | (")   | MOLDEO    | ROTURA     | DIAS | Kg/cm <sup>2</sup> | (%)    |
| 1  | Ag. HUSO 67+15% DE VACIOS | -          | -     | 6/06/2020 | 13/06/2020 | 7    | 84.3               | 40.2   |
| 2  | Ag. HUSO 67+15% DE VACIOS | -          | -     | 6/06/2020 | 13/06/2020 | 7    | 87.9               | 41.8   |
| 3  | Ag. HUSO 67+15% DE VACIOS | -          | -     | 6/06/2020 | 13/06/2020 | 7    | 91.4               | 43.5   |
| 4  | Ag. HUSO 8+15% DE VACIOS  | -          | -     | 6/06/2020 | 13/06/2020 | 7    | 220.2              | 104.8  |
| 5  | Ag. HUSO 8+15% DE VACIOS  | -          | -     | 6/06/2020 | 13/06/2020 | 7    | 225.9              | 107.6  |
| 6  | Ag. HUSO 8+15% DE VACIOS  | -          | -     | 6/06/2020 | 13/06/2020 | 7    | 241.8              | 115.1  |
| 7  | Ag. HUSO 67+17% DE VACIOS | -          | -     | 6/06/2020 | 13/06/2020 | 7    | 153.4              | 73.1   |
| 8  | Ag. HUSO 67+17% DE VACIOS | -          | -     | 6/06/2020 | 13/06/2020 | 7    | 156.2              | 74.4   |
| 9  | Ag. HUSO 67+17% DE VACIOS |            |       | 6/06/2020 | 13/06/2020 | 7    | 159.0              | 75.7   |
| 10 | Ag. HUSO 8+17% DE VACIOS  |            |       | 6/06/2020 | 13/06/2020 | 7    | 263.1              | 125.3  |
| 11 | Ag. HUSO 8+17% DE VACIOS  |            |       | 6/06/2020 | 13/06/2020 | 7    | 220.2              | 104.8  |
| 12 | Ag. HUSO 8+17% DE VACIOS  | -          | -     | 6/06/2020 | 13/06/2020 | 7    | 232.0              | 110.5  |

**ESPECIFICACIONES :** El ensayo responde a la norma ASTM C-39

**OBSERVACIONES :** Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



  
**UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ**  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS  
 Y ENSAYOS DE MATERIALES  
  
**Ing. Jesus Ernesto Sotelo Montes**  
 CIP: 70751  
**JEFE**

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

**SOLICITA :** Bach. SEVILLANO FLORES, Lucia del Carmen.

**TESIS :** "Concreto Drenante Como Alternativa en el Control de Aguas Pluviales para Pavimentos en el Jiron Francisco de Zela - Huaraz - Ancash"

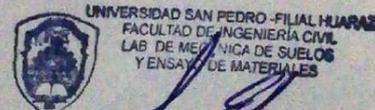
**FECHA:** 27/07/2020

**F' C :** 210 kg/cm<sup>2</sup>

| Nº | TESTIGO                   | PROGRESIVA<br>KM. | SLUMP<br>(") | FECHA     |            | EDAD<br>DIAS | FC<br>Kg/cm <sup>2</sup> | FC/F' C<br>(%) |
|----|---------------------------|-------------------|--------------|-----------|------------|--------------|--------------------------|----------------|
|    | ELEMENTO                  |                   |              | MOLDEO    | ROTURA     |              |                          |                |
| 1  | Ag. HUSO 67+15% DE VACIOS | -                 | -            | 6/06/2020 | 20/06/2020 | 14           | 120.4                    | 57.3           |
| 2  | Ag. HUSO 67+15% DE VACIOS | -                 | -            | 6/06/2020 | 20/06/2020 | 14           | 121.5                    | 57.9           |
| 3  | Ag. HUSO 67+15% DE VACIOS | -                 | -            | 6/06/2020 | 20/06/2020 | 14           | 140.9                    | 67.1           |
| 4  | Ag. HUSO 8+15% DE VACIOS  | -                 | -            | 6/06/2020 | 20/06/2020 | 14           | 273.7                    | 130.3          |
| 5  | Ag. HUSO 8+15% DE VACIOS  | -                 | -            | 6/06/2020 | 20/06/2020 | 14           | 273.1                    | 130.1          |
| 6  | Ag. HUSO 8+15% DE VACIOS  |                   |              | 6/06/2020 | 20/06/2020 | 14           | 272.6                    | 129.8          |
| 7  | Ag. HUSO 67+17% DE VACIOS |                   |              | 6/06/2020 | 20/06/2020 | 14           | 175.8                    | 83.7           |
| 8  | Ag. HUSO 67+17% DE VACIOS |                   |              | 6/06/2020 | 20/06/2020 | 14           | 204.6                    | 97.4           |
| 9  | Ag. HUSO 67+17% DE VACIOS |                   |              | 6/06/2020 | 20/06/2020 | 14           | 199.8                    | 95.2           |
| 10 | Ag. HUSO 8+17% DE VACIOS  |                   |              | 6/06/2020 | 20/06/2020 | 14           | 256.0                    | 121.9          |
| 11 | Ag. HUSO 8+17% DE VACIOS  |                   |              | 6/06/2020 | 20/06/2020 | 14           | 270.2                    | 128.6          |
| 12 | Ag. HUSO 8+17% DE VACIOS  |                   |              | 6/06/2020 | 20/06/2020 | 14           | 277.4                    | 132.1          |

**ESPECIFICACIONES :** El ensayo responde a la norma ASTM C-39

**OBSERVACIONES :** Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



Ing. Jesu... Sotelo Montes

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : Bach. SEVILLANO FLORES, Lucia del Carmen.

TESIS : "Concreto Drenante Como Alternativa en el Control de Aguas Pluviales para Pavimentos en el Jiron Francisco de Zela - Huaraz - Ancash"

FECHA: 27/07/2020

F' C : 210 kg/cm2

| Nº | TESTIGO                   | PROGRESIVA | SLUMP | FECHA     |           | EDAD | FC     | FC/F' C |
|----|---------------------------|------------|-------|-----------|-----------|------|--------|---------|
|    | ELEMENTO                  | KM.        | (")   | MOLDEO    | ROTURA    | DIAS | Kg/cm2 | (%)     |
| 1  | Ag. HUSO 67+15% DE VACIOS | -          | -     | 6/06/2020 | 4/07/2020 | 28   | 155.4  | 74.0    |
| 2  | Ag. HUSO 67+15% DE VACIOS | -          | -     | 6/06/2020 | 4/07/2020 | 28   | 159.1  | 75.8    |
| 3  | Ag. HUSO 67+15% DE VACIOS | -          | -     | 6/06/2020 | 4/07/2020 | 28   | 151.6  | 72.2    |
| 4  | Ag. HUSO 8+15% DE VACIOS  | -          | -     | 6/06/2020 | 4/07/2020 | 28   | 279.0  | 132.9   |
| 5  | Ag. HUSO 8+15% DE VACIOS  | -          | -     | 6/06/2020 | 4/07/2020 | 28   | 279.0  | 132.9   |
| 6  | Ag. HUSO 8+15% DE VACIOS  | -          | -     | 6/06/2020 | 4/07/2020 | 28   | 273.7  | 130.3   |
| 7  | Ag. HUSO 67+17% DE VACIOS | -          | -     | 6/06/2020 | 4/07/2020 | 28   | 207.0  | 98.6    |
| 8  | Ag. HUSO 67+17% DE VACIOS | -          | -     | 6/06/2020 | 4/07/2020 | 28   | 189.1  | 90.0    |
| 9  | Ag. HUSO 67+17% DE VACIOS | -          | -     | 6/06/2020 | 4/07/2020 | 28   | 225.8  | 107.5   |
| 10 | Ag. HUSO 8+17% DE VACIOS  | -          | -     | 6/06/2020 | 4/07/2020 | 28   | 261.4  | 124.5   |
| 11 | Ag. HUSO 8+17% DE VACIOS  | -          | -     | 6/06/2020 | 4/07/2020 | 28   | 273.9  | 130.4   |
| 12 | Ag. HUSO 8+17% DE VACIOS  | -          | -     | 6/06/2020 | 4/07/2020 | 28   | 274.1  | 130.5   |

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LAB. DE MECANICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Jesus Ernesto Sotelo Montes  
CIP: 70751  
JEFE



**ENSAYO A PERMEABILIDAD**

ACI 522R - 06

**SOLICITA** BAQH SEVILLANO FLORES LUCIA DEL CARMEN  
**TESIS** CONCRETO DRENANTE COMO ALTERNATIVA EN EL CONTROL DE AGUAS PLUVIALES PARA PAVIMENTOS  
**CANTERA** DEL JIRON FRANCISCO DE ZEZA - HUARAZ - ANCASH  
**LUGAR** CANTERA RUBEN - GRAVA DE 3/8" (PIEDRA CHANCADA )  
**FECHA** CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 9/10/2020

| Nº       | DISEÑO                  | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ENSAYO DE PERMEAB. | EDAD (días) | t     | L     | A     | a      | h1    | h2   | k (cm/seg) | k (mm/seg) |
|----------|-------------------------|------------------|-----------------------------|-------------|-------|-------|-------|--------|-------|------|------------|------------|
| M-1      | 17 % relacion de vacios | 1/02/2020        | 8/02/2020                   | 7           | 36.90 | 15.00 | 78.54 | 113.10 | 25.00 | 1.00 | 1.884      | 18.843     |
| M-2      |                         | 1/02/2020        | 8/02/2020                   | 7           | 37.40 | 15.00 | 78.54 | 113.10 | 25.00 | 1.00 | 1.859      | 18.591     |
| M-3      |                         | 1/02/2020        | 8/02/2020                   | 7           | 37.10 | 15.00 | 78.54 | 113.10 | 25.00 | 1.00 | 1.874      | 18.741     |
| M-4      |                         | 1/02/2020        | 8/02/2020                   | 7           | 37.80 | 15.00 | 78.54 | 113.10 | 25.00 | 1.00 | 1.839      | 18.394     |
| PROMEDIO |                         |                  |                             |             |       |       |       |        |       |      | 1.864      | 18.642     |

**FORMULA**

$$k = \frac{L}{t} \cdot \frac{a}{A} \cdot \ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$$

Coefficiente de Permeabilidad

  
 Mg. Miguel Salazar  
 JEFE



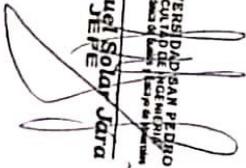


**ENSAYO A PERMEABILIDAD**

AG 522R - 06

SOLICITA BACH. SEVILLANO FLORES LUCIA DEL CARMEN  
TESIS CONCRETO DRENANTE COMO ALTERNATIVA EN EL CONTROL DE AGUAS PLUVIALES PARA PAVIMENTOS  
DEL JIRON FRANCOISCO DE ZELA - HUARAZ - ANCASH  
CANTERA RUBEN - GRAVA DE 3/8" ( PIEDRA CHANCADA )  
LUGAR CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
FECHA 9/10/2020

| Nº       | DISEÑO                  | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ENSAYO DE PERMEAB. | EDAD (días) | TIEMPO (seg.) | LONG. DE LA MUESTRA (cm) | ÁREA DE MUESTRA (cm <sup>2</sup> ) | ÁREA DEL CILINDRO DE CARGA (cm <sup>2</sup> ) | ALT. DE LA COLUMNA DE AGUA (cm) | h1    | h2   | k (cm/seg) | k (mm/seg) |
|----------|-------------------------|------------------|-----------------------------|-------------|---------------|--------------------------|------------------------------------|---|---------------------------------|-------|------|------------|------------|
| M-1      | 15 % relacion de vacios | 1/02/2020        | 8/02/2020                   | 7           | 41.70         | 15.00                    | 78.54                              | 113.10  | 25.00                           | 25.00 | 1.00 | 1.667      | 16.674     |
| M-2      |                         | 1/02/2020        | 8/02/2020                   | 7           | 40.90         | 15.00                    | 78.54                              | 113.10  | 25.00                           | 25.00 | 1.00 | 1.700      | 17.000     |
| M-3      |                         | 1/02/2020        | 8/02/2020                   | 7           | 41.40         | 15.00                    | 78.54                              | 113.10  | 25.00                           | 25.00 | 1.00 | 1.679      | 16.794     |
| M-4      |                         | 1/02/2020        | 8/02/2020                   | 7           | 41.30         | 15.00                    | 78.54                              | 113.10  | 25.00                           | 25.00 | 1.00 | 1.684      | 16.835     |
| PROMEDIO |                         |                  |                             |             |               |                          |                                    |   |                                 |       |      | 1.683      | 16.826     |

  
 Mg. Miguel Sola Jara  
 JEFE

**FORMULA**

Coefficiente de Permeabilidad

$$k = \frac{L}{t} \cdot \frac{a}{A} \cdot \ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$$



ENSAYO A PERMEABILIDAD

AG 52ZR - 06

SOLICITA BACH. SEVILLANO FLORES LUJAN DEL CARMEN  
 TESIS CONCRETO DRENANTE COMO ALTERNATIVA EN EL CONTROL DE AGUAS PLUVIALES PARA PAVIMENTOS  
 DEL JIRON FRANCOISCO DE ZELA - HUARAZ - ANCASH  
 CANTERA CANTERA RUBEN - GRAVA DE 3/4" ( PIEDRA CHANCADA )  
 LUGAR CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 FECHA 9/10/2020

| Nº       | DISEÑO                  | FECHA DE VACADO | FECHA DE ENSAYO DE PERMEAB. | EDAD (días) | Tiempo (seg.) | LONG. DE LA MUESTRA (cm) | AREA DE MUESTRA (cm <sup>2</sup> ) | AREA DEL CILINDRO DE CARGA (cm <sup>2</sup> ) | ALT. DE LA COLUMNA DE AGUA (cm) | N2   | k (cm/seg) | k (mm/seg) |
|----------|-------------------------|-----------------|-----------------------------|-------------|---------------|--------------------------|------------------------------------|---|---------------------------------|------|------------|------------|
| M - 1    | 15 % relacion de vacios | 1/02/2020       | 8/02/2020                   | 7           | 39.40         | 15.00                    | 78.54                              | 113.10  | 25.00                           | 1.00 | 1.765      | 17.647     |
| M - 2    |                         | 1/02/2020       | 8/02/2020                   | 7           | 38.70         | 15.00                    | 78.54                              | 113.10  | 25.00                           | 1.00 | 1.797      | 17.966     |
| M - 3    |                         | 1/02/2020       | 8/02/2020                   | 7           | 37.45         | 15.00                    | 78.54                              | 113.10  | 25.00                           | 1.00 | 1.857      | 18.566     |
| M - 4    |                         | 1/02/2020       | 8/02/2020                   | 7           | 39.60         | 15.00                    | 78.54                              | 113.10  | 25.00                           | 1.00 | 1.756      | 17.558     |
| PROMEDIO |                         |                 |                             |             |               |                          |                                    |   |                                 |      | 1.793      | 17.934     |

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LA WASHI S/N. HUARAZ - ANCASH  
 Mg. Miguel Soler Jara  
 JEFE

FORMULA

Coefficiente de Permeabilidad

$$k = \frac{L}{t} * \frac{a}{A} * \ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$$



ENSAYO A PERMEABILIDAD

ACI 522R - 06

SOLICITA BAQH. SEVILLANO FLORES LUZA DEL CARMEN  
 TESIS CONCRETO DRENANTE COMO ALTERNATIVA EN EL CONTROL DE AGUAS PLUVIALES PARA PAVIMENTOS  
 DEL JIRON FRANCISCO DE ZELA - HUARAZ - ANCASH  
 CANTERA RUBEN - GRAVA DE 3/4" ( PIEDRA CHANCADA )  
 LUGAR CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 FECHA 9/10/2020

| Nº       | DISÑO                   | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ENSAYO DE PERMEABIL. | EDAD (días) | t     | L     | A     | a      | h1    | h2   | k (cm/seg) | k (mm/seg) |
|----------|-------------------------|------------------|-------------------------------|-------------|-------|-------|-------|--------|-------|------|------------|------------|
| M-1      | 17 % relación de vacíos | 1/02/2020        | 8/02/2020                     | 7           | 31.40 | 15.00 | 78.54 | 113.10 | 25.00 | 1.00 | 2.214      | 22.143     |
| M-2      |                         | 1/02/2020        | 8/02/2020                     | 7           | 32.60 | 15.00 | 78.54 | 113.10 | 25.00 | 1.00 | 2.133      | 21.328     |
| M-3      |                         | 1/02/2020        | 8/02/2020                     | 7           | 34.40 | 15.00 | 78.54 | 113.10 | 25.00 | 1.00 | 2.021      | 20.212     |
| M-4      |                         | 1/02/2020        | 8/02/2020                     | 7           | 33.33 | 15.00 | 78.54 | 113.10 | 25.00 | 1.00 | 2.086      | 20.861     |
| PROMEDIO |                         |                  |                               |             |       |       |       |        |       |      | 2.114      | 21.136     |

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 LOS RINCONES DE SANTIAGO DE MOROCHES  
 Mg. Miguel Solar Jara  
 JEFE

FORMULA

Coefficiente de Permeabilidad

$$k = \frac{L}{t} * \frac{a}{A} * \ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$$



**DISEÑO DE MEZCLA 15% VACIOS**

SOLICITA : BACH SEVILLANO FLORES LUCIA DEL CARMEN  
 TESIS : CONCRETO DRENANTE COMO ALTERNATIVA EN EL CONTROL DE AGUAS PLUVIALES PARA PAVIMENTOS  
 DEL JIRON FRANCISCO DE ZELA - HUARAZ - ANCASH  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL BANTA - ANCASH  
 FECHA : 20/10/2020

**ESPECIFICACIONES**

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

**MATERIALES**

**A.- Cemento :**

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico ..... 3.10

**B.- Agua :**

- Potable, de la zona.

**C.-Agregado Fino :**

**CANTERA : RUBEN**

- Peso específico de masa 2.68
- Peso unitario suelto 1529 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1742 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 1.03 %
- Absorción 0.77 %
- Módulo de fineza 2.60

**D.- Agregado grueso**

**CANTERA : RUBEN**

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/8"
- Peso específico de masa 2.90
- Peso unitario suelto 1384 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1514 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.40 %
- Absorción 0.67 %

  
 UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Lic. Miguel Solar Jara  
 JEFE



**SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO**

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

**VOLUMEN UNITARIO DE AGUA**

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/8" , el volumen unitario de agua es de 126 l/m<sup>3</sup> .

**RELACIÓN AGUA - CEMENTO**

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.298

**FACTOR DE CEMENTO**

F.C. :  $126 / 0.298 = 421.812 \text{ kg/m}^3 = 9.92 \text{ bolsas / m}^3$

**VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS**

|                      |          |                    |
|----------------------|----------|--------------------|
| Cemento.....         | 421.812  | kg/m <sup>3</sup>  |
| Agua efectiva.....   | 128.976  | lts/m <sup>3</sup> |
| Agregado fino.....   | 101.635  | kg/m <sup>3</sup>  |
| Agregado grueso..... | 1285.973 | kg/m <sup>3</sup>  |

**PROPORCIONES EN PESO**

$$\frac{421.81}{421.81} : \frac{101.635}{421.81} : \frac{1285.97}{421.81}$$

$$1 : 0.24 : 3.05 : 13.00 \text{ lts / bolsa}$$

**PROPORCIONES EN VOLUMEN**

$$1 : 0.23 : 3.29 : 13.00 \text{ lts / bolsa}$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería y Arquitectura  
*Mg. Miguel Solar Jara*  
JEFE



**DISEÑO DE MEZCLA 17% VACIOS**

SOLICITA : BACH SEVILLANO FLORES LUCIA DEL CARMEN  
TESIS : CONCRETO DRENANTE COMO ALTERNATIVA EN EL CONTROL DE AGUAS PLUVIALES PARA PAVIMENTOS  
DEL JIRON FRANCISCO DE ZELA - HUARAZ - ANCASH  
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
FECHA : 29/10/2020

**ESPECIFICACIONES**

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

**MATERIALES**

**A.- Cemento :**

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico ..... 3.10

**B.- Agua :**

- Potable, de la zona.

**C.-Agregado Fino :**

**CANTERA : RUBEN**

- Peso especifico de masa 2.68
- Peso unitario suelto 1529 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1742 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 1.03 %
- Absorción 0.77 %
- Módulo de fineza 2.60

**D.- Agregado grueso**

**CANTERA : RUBEN**

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/8"
- Peso especifico de masa 2.90
- Peso unitario suelto 1384 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1514 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.40 %
- Absorción 0.67 %

  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
C.A. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
Mg. Miguel Salar Jara  
JEFE



#### SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

#### VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/8" , el volumen unitario de agua es de 126 lt/m<sup>3</sup> .

#### RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.298

#### FACTOR DE CEMENTO

F.C. :  $126 / 0.298 = 421.812 \text{ kg/m}^3 = 9.92 \text{ bolsas / m}^3$

#### VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

|                      |          |                    |
|----------------------|----------|--------------------|
| Cemento.....         | 421.812  | kg/m <sup>3</sup>  |
| Agua efectiva.....   | 128.808  | lts/m <sup>3</sup> |
| Agregado fino.....   | 123.862  | kg/m <sup>3</sup>  |
| Agregado grueso..... | 1245.413 | kg/m <sup>3</sup>  |

#### PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{421.81}{421.81} : \frac{123.862}{421.81} : \frac{1245.41}{421.81}$$
$$1 : 0.29 : 2.95 : 12.98 \text{ lts / bolsa}$$

#### PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$1 : 0.29 : 3.19 : 12.98 \text{ lts / bolsa}$$

  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Los Mochis de Huacho y Calle de Huancayo  
Mg Miguel Solar Jara  
JEFE



**DISEÑO DE MEZCLA 15% VACIOS**

SOLICITA : BACH SEVILLANO FLORES LUCIA DEL CARMEN  
 TESIS : CONCRETO DRENANTE COMO ALTERNATIVA EN EL CONTROL DE AGUAS PLUVIALES PARA PAVIMENTOS  
 DEL JIRON FRANCISCO DE ZELA - HUARAZ - ANCASH  
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
 FECHA : 29/10/2020

**ESPECIFICACIONES**

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

**MATERIALES**

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico ..... 3.10

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

**CANTERA : RUBEN**

- Peso especifico de masa 2.68
- Peso unitario suelto 1529 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1742 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 1.03 %
- Absorción 0.77 %
- Módulo de fineza 2.60

D.- Agregado grueso

**CANTERA : RUBEN**

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso especifico de masa 2.90
- Peso unitario suelto 1384 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1514 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.40 %
- Absorción 0.67 %

  
 UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Los Mochis de Jirón / Losje de Huancayo  
 Mg Miguel Solar Jara  
 JEFE



**SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO**

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

**VOLUMEN UNITARIO DE AGUA**

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 121 l/m<sup>3</sup> .

**RELACIÓN AGUA - CEMENTO**

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.298

**FACTOR DE CEMENTO**

F.C. : 121 / 0.298 = 407.584 kg/m<sup>3</sup> = 9.59 bolsas / m<sup>3</sup>

**VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS**

|                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| Cemento.....         | 407.584 kg/m <sup>3</sup>  |
| Agua efectiva.....   | 125.371 lts/m <sup>3</sup> |
| Agregado fino.....   | 103.282 kg/m <sup>3</sup>  |
| Agregado grueso..... | 1518.330 kg/m <sup>3</sup> |

**PROPORCIONES EN PESO**

$$\frac{407.58}{407.58} : \frac{103.282}{407.58} : \frac{1518.33}{407.58}$$

$$1 : 0.25 : 3.73 : 13.07 \text{ lts / bolsa}$$

**PROPORCIONES EN VOLUMEN**

$$1 : 0.25 : 4.02 : 13.07 \text{ lts / bolsa}$$

  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
LES. MACHACO DE BAMBOS Y BARRIO DE MACHACO  
Mg. Miguel Solar Jara  
I.E.P.E.



**DISEÑO DE MEZCLA 17% VACIOS**

SOLICITA : BACH SEVILLANO FLORES LUCIA DEL CARMEN  
 TESIS : CONCRETO DRENANTE COMO ALTERNATIVA EN EL CONTROL DE AGUAS PLUVIALES PARA PAVIMENTOS  
 DEL JIRON FRANCISCO DE ZELA - HUARAZ - ANCASH  
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
 FECHA : 29/10/2020

**ESPECIFICACIONES**

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

**MATERIALES**

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico ..... 3.10

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

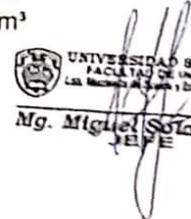
**CANTERA : RUBEN**

- Peso especifico de masa 2.68
- Peso unitario suelto 1529 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1742 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 1.03 %
- Absorción 0.77 %
- Módulo de fineza 2.60

D.- Agregado grueso

**CANTERA : RUBEN**

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso especifico de masa 2.90
- Peso unitario suelto 1384 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1514 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.40 %
- Absorción 0.67 %

  
 UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Las Maestras al Sur y Centro de Huancayo  
 Mg. Miguel Solar Jara  
 JEFE



#### SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

#### VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 121 lt/m<sup>3</sup> .

#### RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.298

#### FACTOR DE CEMENTO

F.C. : 121 / 0.298 = 407.584 kg/m<sup>3</sup> = 9.59 bolsas / m<sup>3</sup>

#### VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

|                      |          |                    |
|----------------------|----------|--------------------|
| Cemento.....         | 407.584  | kg/m <sup>3</sup>  |
| Agua efectiva.....   | 125.288  | lts/m <sup>3</sup> |
| Agregado fino.....   | 101.635  | kg/m <sup>3</sup>  |
| Agregado grueso..... | 1486.665 | kg/m <sup>3</sup>  |

#### PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{407.58}{407.58} : \frac{101.635}{407.58} : \frac{1486.67}{407.58}$$

$$1 : 0.25 : 3.65 : 13.06 \text{ lts / bolsa}$$

#### PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$1 : 0.24 : 3.94 : 13.06 \text{ lts / bolsa}$$

  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
Mg. Miguel Solar Jara  
JEFE



CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO  
( ASTM D-2230)

SOLICITA: BACH. SEVILLANO FLORES LUJAN DEL CARMEN  
 TESIS: CONCRETO PRESURIZADO COMO ALTERNATIVA EN EL CONTROL DE AGUAS SUBVALES PARA PAVIMENTOS  
 DEL AVION FRANCISCO DE ZELA - HUAYAZ - ANCASH  
 LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 CANTERA: PUSEN  
 MATERIAL: ARENA GRUESA  
 FECHA: 08/10/2020

|                             |      |      |
|-----------------------------|------|------|
| PROBETA Nº                  | 01   | 02   |
| TAPA Nº                     |      |      |
| TAPA + SUELO HUMEDO (g)     | 950  | 750  |
| TAPA + SUELO SECO (g)       | 952  | 744  |
| PESO DEL AGUA (g)           | 2    | 6    |
| PESO DE LA TAPA (g)         | 165  | 142  |
| PESO DEL SUELO SECO (g)     | 787  | 676  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%)    | 2.62 | 2.56 |
| PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%) | 2.59 |      |

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
 Mg. Miguel Ángel Flores  
 2020



**PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : BACH BEVILLANO FLORES LUCIA DEL CARMEN  
 TESIS : CONCRETO DRENANTE COMO ALTERNATIVA EN EL CONTROL DE AGUAS PLUVIALES PARA PAVIMENTOS  
 DEL JIRON FRANCISCO DE ZELA - HUARAZ - ANCASH  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 CANTERA : RUBEN  
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA  
 FECHA : 09/10/2020

**PESO UNITARIO SUELTO**

| Ensayo N°                                       | 0 1   | 0 2   | 0 3   |
|---|-------|-------|-------|
| Peso de molde + muestra                         | 18200 | 18050 | 18050 |
| Peso de molde                                   | 5100  | 5100  | 5100  |
| Peso de muestra                                 | 13100 | 12950 | 12950 |
| Volumen de molde                                | 9354  | 9354  | 9354  |
| Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )             | 1400  | 1384  | 1384  |
| <b>Peso unitario prom. ( Kg/m<sup>3</sup> )</b> | 1390  |       |       |
| CORREGIDO POR HUMEDAD                           | 1324  |       |       |

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

| Ensayo N°                                       | 0 1   | 0 2   | 0 3   |
|---|-------|-------|-------|
| Peso de molde + muestra                         | 19150 | 19400 | 19400 |
| Peso de molde                                   | 5100  | 5100  | 5100  |
| Peso de muestra                                 | 14050 | 14300 | 14300 |
| Volumen de molde                                | 9354  | 9354  | 9354  |
| Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )             | 1502  | 1529  | 1529  |
| <b>Peso unitario prom. ( Kg/m<sup>3</sup> )</b> | 1520  |       |       |
| CORREGIDO POR HUMEDAD                           | 1514  |       |       |

  
 UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Los Incas de Santa y Juan de Dios  
 Mg. Miguel Solar Jara  
 JEFE

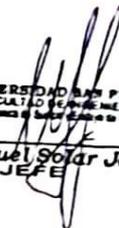


**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO GRUESO**  
(Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : BACH SEVILLANO FLORES LUCIA DEL CARMEN  
TESIS : CONCRETO DRENANTE COMO ALTERNATIVA EN EL CONTROL DE AGUAS PLUVIALES PARA PAVIMENTOS  
DEL JIRON FRANCISCO DE ZELA - HUARAZ - ANCASH  
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
CANTERA : RUBEN  
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA  
FECHA : 03/10/2020

|   |  |        |        |
|---|--|--------|--------|
| A | Peso de material saturado superficialmente seco (aire) | 782.30 | 822.00 |
| B | Peso de material saturado superficialmente seco (agua) | 513.70 | 542.00 |
| C | Volumen de masa + volumen de vacios (A-B)              | 268.60 | 280.00 |
| D | Peso de material seco en estufa                        | 776.90 | 816.70 |
| E | Volumen de masa (C-(A-D))                              | 263.20 | 274.70 |
| G | P e Bulk (Base Seca) D/C                               | 2.892  | 2.917  |
| H | P e Bulk (Base Saturada) A/C                           | 2.913  | 2.936  |
| I | P e Aparente (Base Seca) D/E                           | 2.952  | 2.973  |
| F | Absorción (%) ((D-A/A)x100)                            | 0.70   | 0.65   |

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.905  
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.924  
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.962  
Absorción (%) : 0.67

  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
Mg. Miguel Solar Jara  
JEFE



**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO**  
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. SEVILLANO FLORES LUCIA DEL CARMEN  
TESIS : CONCRETO DRENANTE COMO ALTERNATIVA EN EL CONTROL DE AGUAS PLUVIALES PARA PAVIMENTOS  
DEL JIRON FRANCISCO DE ZELA - HUARAZ - ANCASH  
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
CANtera : RUBEN  
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA  
FECHA : 09/10/2020

| PRUEBA N°                   | 01   | 02   |
|-----------------------------|------|------|
| TARA N°                     |      |      |
| TARA + SUELO HUMEDO (gr)    | 1280 | 1255 |
| TARA + SUELO SECO (gr)      | 1275 | 1250 |
| PESO DEL AGUA (gr)          | 5    | 5    |
| PESO DE LA TARA (gr)        | 0    | 0    |
| PESO DEL SUELO SECO (gr)    | 1275 | 1250 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%)    | 0.39 | 0.40 |
| PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%) | 0.40 |      |

  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Las Mecánicas de Suelos y Ensayo de Materiales  
**Mg. Miguel Solar Jara**  
JEFE



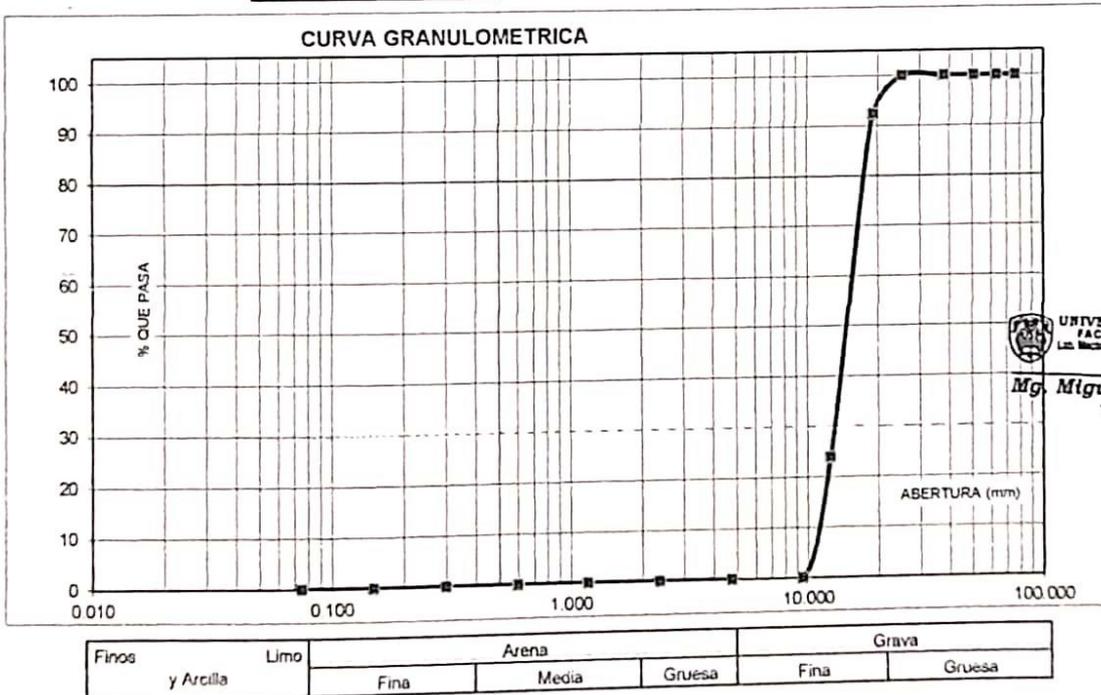
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO**  
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH SEVILLANO FLORES LUCIA DEL CARMEN  
 TESIS : CONCRETO DRENANTE COMO ALTERNATIVA EN EL CONTROL DE AGUAS PLUVIALES PARA PAVIMENTOS  
 DEL JIRON FRANCISCO DE ZELA - HUARAZ - ANCASH  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 CANTERA : RUBEN  
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA  
 FECHA : 09/10/2020

| TAMIZ        | Peso retenido | % ret. Parcial | % ret. Acumu. | % Que pasa |
|--------------|---------------|----------------|---------------|------------|
| N°           | Abert (mm)    | (gr.)          | (%)           | (%)        |
| 3"           | 76 200        | 0.0            | 0.0           | 100.0      |
| 2 1/4"       | 63 500        | 0.0            | 0.0           | 100.0      |
| 2"           | 50 800        | 0.0            | 0.0           | 100.0      |
| 1 1/2"       | 38 100        | 0.0            | 0.0           | 100.0      |
| 1"           | 25 400        | 0.0            | 0.0           | 100.0      |
| 3/4"         | 19 100        | 85.0           | 7.5           | 92.5       |
| 1/2"         | 12 500        | 772.0          | 68.6          | 23.9       |
| 3/8"         | 9 520         | 269.0          | 23.9          | 0.0        |
| N° 4         | 4 760         | 0.0            | 0.0           | 100.0      |
| N° 8         | 2 360         | 0.0            | 0.0           | 100.0      |
| N° 16        | 1 180         | 0.0            | 0.0           | 100.0      |
| N° 30        | 0 600         | 0.0            | 0.0           | 100.0      |
| N° 50        | 0 300         | 0.0            | 0.0           | 100.0      |
| N° 100       | 0 150         | 0.0            | 0.0           | 100.0      |
| N° 200       | 0 075         | 0.0            | 0.0           | 100.0      |
| PLATO        | ASTM C-117-04 | 0              | 0.0           | 100.0      |
| <b>TOTAL</b> |               | <b>1126.0</b>  | <b>100.0</b>  |            |

| PROPIEDADES FÍSICAS   |                         |
|-----------------------|-------------------------|
| Tamaño Máximo Nominal | 3/4"                    |
| Huso                  | N° 5<br>Ref (ASTM C-33) |

| OBSERVACIONES                                      |
|--|
| La Muestra tomada identificada por el solicitante. |



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 LEONARDO RODRÍGUEZ TORO, R. C. 10000000  
 Mg. Miguel Solís Jara  
 JEFE



**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO FINO**  
(Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : BACH. SEVILLANO FLORES LUCIA DEL CARMEN  
TESIS : CONCRETO DRENANTE COMO ALTERNATIVA EN EL CONTROL DE AGUAS PLUVIALES PARA PAVIMENTOS  
DEL JIRON FRANCISCO DE ZELA - HUARAZ - ANCASH  
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
CANTERA : RUBEN  
MATERIAL : ARENA GRUESA  
FECHA : 09/10/2020

|   |  |                 |        |        |
|---|--|-----------------|--------|--------|
| A | Peso de material saturado superficialmente seco (aire) | gr.             | 300.00 | 300.00 |
| B | Peso de picnometro + agua                              | gr.             | 673.00 | 673.00 |
| C | Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)              | cm <sup>3</sup> | 973.00 | 973.00 |
| D | Peso de picnometro + agua + material                   | gr.             | 862.00 | 862.00 |
| E | Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)              | cm <sup>3</sup> | 111.00 | 111.00 |
| F | Peso de material seco en estufa                        | gr.             | 297.70 | 297.70 |
| G | Volumen de masa (E-(A-F))                              |                 | 108.70 | 108.70 |
| H | P.e Bulk (Base Seca) F/E                               |                 | 2.682  | 2.682  |
| I | P.e Bulk (Base Saturada) A/E                           |                 | 2.703  | 2.703  |
| J | P.e Aparente (Base Seca) F/E                           |                 | 2.739  | 2.739  |
| K | Absorción (%) ((D-A)/A)x100                            |                 | 0.77   | 0.77   |

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.682  
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.703  
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.739  
Absorción (%) : 0.77

  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Lic. Miguel Solar Jara  
Mg. Miguel Solar Jara  
JEFE



**PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO**

SOLICITA : BACH SEVILLANO FLORES LUCIA DEL CARMEN  
 TESIS : CONCRETO DRENANTE COMO ALTERNATIVA EN EL CONTROL DE AGUAS PLUVIALES PARA PAVIMENTOS  
 DEL JIRON FRANCISCO DE ZELA - HUARAZ - ANCASH  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 CANTERA : RUBEN  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 09/10/2020

**PESO UNITARIO SUELTO**

| Ensayo N°                                 | 0 1  | 0 2  | 0 3  |
|---|------|------|------|
| Peso de molde + muestra                   | 7800 | 7600 | 7600 |
| Peso de molde                             | 3360 | 3360 | 3360 |
| Peso de muestra                           | 4440 | 4240 | 4240 |
| Volumen de molde                          | 2788 | 2788 | 2788 |
| Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )       | 1593 | 1521 | 1521 |
| Peso unitario prom. ( Kg/m <sup>3</sup> ) | 1545 |      |      |
| CORREGIDO POR HUMEDAD                     | 1529 |      |      |

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

| Ensayo N°                                 | 0 1  | 0 2  | 0 3  |
|---|------|------|------|
| Peso de molde + muestra                   | 8200 | 8300 | 8300 |
| Peso de molde                             | 3360 | 3360 | 3360 |
| Peso de muestra                           | 4840 | 4940 | 4940 |
| Volumen de molde                          | 2788 | 2788 | 2788 |
| Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )       | 1736 | 1772 | 1772 |
| Peso unitario prom. ( Kg/m <sup>3</sup> ) | 1760 |      |      |
| CORREGIDO POR HUMEDAD                     | 1742 |      |      |

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Los Hornos 80000000 | Calle de la Victoria

Mg. Miguel Salar Jara  
JEFE



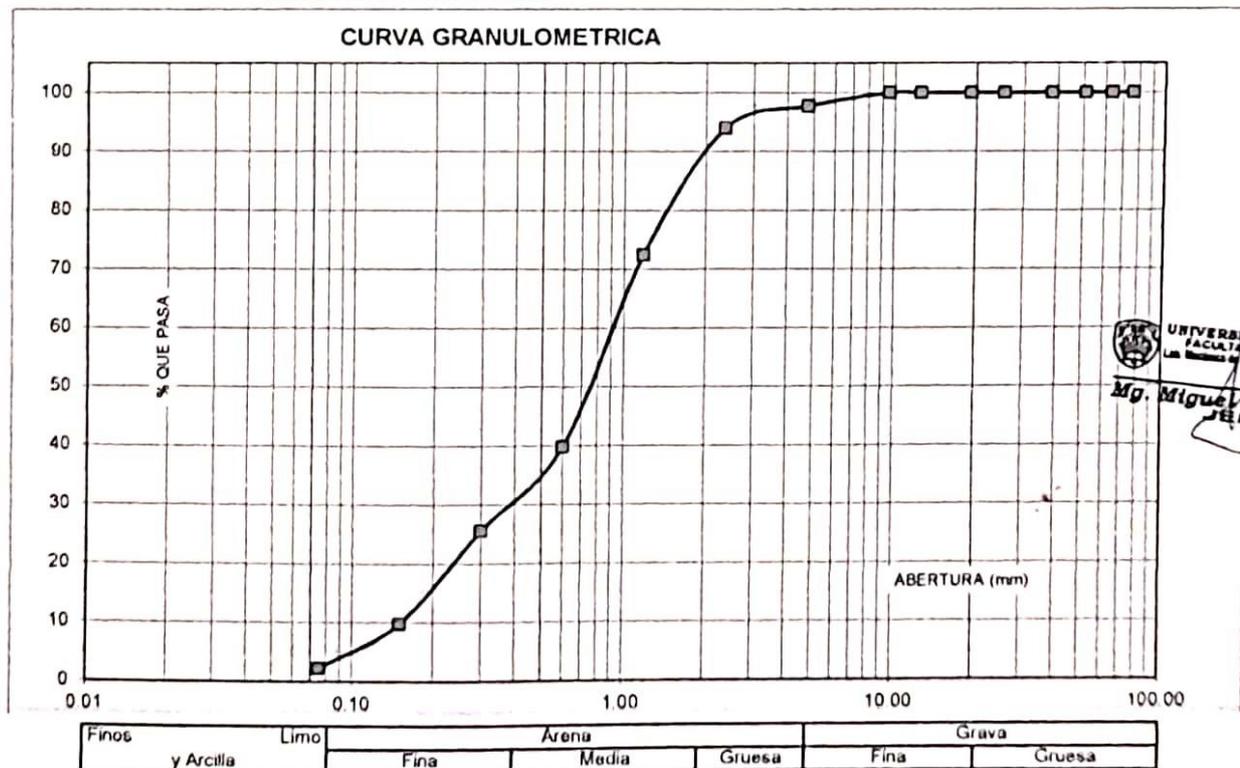
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO**  
(ASTM C 130 00)

SOLICITA : BACH SEVILLANO FLORES LUCIA DEL CARMEN  
 TESIS : CONCRETO DRENANTE COMO ALTERNATIVA EN EL CONTROL DE AGUAS PLUVIALES PARA PAVIMENTOS  
 DEL JIRON FRANCISCO DE ZELA - HUARAZ - ANCASH  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 CANTERA : RUBEN  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 09/10/2020

| TAMIZ  | Peso retenido | % ret. Parcial | % ret. Acumu | % Que pasa |
|--------|---------------|----------------|--------------|------------|
| N°     | Abert (mm)    | (gr)           | (%)          | (%)        |
| 3"     | 76 20         | 0 0            | 0 0          | 100 0      |
| 2 1/2" | 63 50         | 0 0            | 0 0          | 100 0      |
| 2"     | 50 80         | 0 0            | 0 0          | 100 0      |
| 1 1/2" | 38 10         | 0 0            | 0 0          | 100 0      |
| 1"     | 25 40         | 0 0            | 0 0          | 100 0      |
| 3/4"   | 19 10         | 0 0            | 0 0          | 100 0      |
| 1/2"   | 12 50         | 0 0            | 0 0          | 100 0      |
| 3/8"   | 9 52          | 0 0            | 0 0          | 100 0      |
| N° 4   | 4 76          | 21 0           | 2 2          | 97 8       |
| N° 8   | 2 36          | 35 7           | 3 8          | 94 0       |
| N° 16  | 1 18          | 204 0          | 21 5         | 72 5       |
| N° 30  | 0 60          | 309 0          | 32 6         | 39 9       |
| N° 50  | 0 30          | 135 0          | 14 2         | 25 6       |
| N° 100 | 0 15          | 149 0          | 15 7         | 9 9        |
| N° 200 | 0 08          | 72 0           | 7 6          | 2 3        |
| PLATO  | ASTM C-117-04 | 22             | 2 3          | 100 0      |
| TOTAL  |               | <b>947.7</b>   | <b>100.0</b> |            |

| PROPIEDADES FISICAS |      |
|---------------------|------|
| Módulo de Fineza    | 2.50 |

| OBSERVACIONES                                      |
|--|
| La Muestra tomada identificada por el solicitante. |



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Los Institutos de Ingeniería y Ciencias de la Construcción  
 Mg. Miguel Solar Jara  
 JEFE