



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
Y ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Propiedades físicas y mecánicas del concreto poroso $f_c=175$ kg/cm² en
pavimento rígido empleando toba volcánica, Cusco- 2022.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA CIVIL**

AUTORA:

Vilca Olivera, Miryan Augusta (ORCID:0000-0002-5065-1982)

ASESOR:

Dr. Tello Malpartida, Omart Demetrio (ORCID:0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura vial

LIMA — PERÚ

2022

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a mi querida hija Meyze, motivo e inspiración a continuar en este largo camino de grandes retos y metas a cumplir, a mis queridos y valiosos padres por su apoyo incondicional en todos los momentos de mi corta vida, a mis hermanos esperando motivarlos a seguir mis pasos, a mi compañero de vida Nicolás, por creer en mí y en mi capacidad como profesional, a todos ellos les dedico esta tesis.

Miryan A. Vilca Olivera

Agradecimiento

Agradezco a mis padres Daniel y Augusta por el esfuerzo y apoyo constante en cuanto a mi logro profesional, a mi familia política por el apoyo brindado y del que se hicieron parte, a mis hermanos por acompañarme siempre, a mis amigos y familia que siempre estuvo presente.

De igual manera agradezco al Ing. Omart Tello Malpartida por sus acertadas recomendaciones y consejos que fueron esenciales para la realización de esta investigación.

A todos ellos mi más enorme cariño y agradecimiento.

Miryan A. Vilca Olivera

Índice De Contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	viii
Resumen.....	x
Abstract	xi
I.INTRODUCCIÓN.....	12
II. MARCO TEÓRICO.....	16
III METODOLOGÍA.....	27
3.1 Tipo y diseño de investigación	27
3.2 Variables y operacionalización.....	28
3.3 Población, muestra y muestreo.....	29
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
3.5. Procedimientos	34
3.6. Método de análisis de datos	60
3.7. Aspectos éticos.....	60
IV.RESULTADOS.....	61
4.2.1. Indicador 01: DENSIDAD.....	61
4.2.2. Indicador 02: CONTENIDO DE VACIOS.....	64
4.2.3. Indicador 03: PERMEABILIDAD	67
4.2.3. Indicador 04: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	71
4.2.3. Indicador 04: RESISTENCIA A FLEXIÓN	74
V.DISCUSIÓN	78

V. CONCLUSIONES	82
VI. RECOMENDACIONES	84
REFERENCIAS	85
ANEXOS	90

Índice de tablas

Tabla 1. Cantidad de muestras para ensayo de compresión axial	30
Tabla 2. Cantidad de muestras para ensayo de flexión axial	30
Tabla 3. Cantidad de muestras para ensayo de permeabilidad.....	31
Tabla 4. Cantidad de muestras para ensayo de contenido de vacíos.	31
Tabla 5. Lista de procedimientos a hacerse para la caracterización de agregados..	38
Tabla 6. Granulometría del agregado grueso	39
Tabla 7. Granulometría de la toba volcánica	40
Tabla 8. Peso unitario suelto y vacíos del agregado grueso.	42
Tabla 9. Peso unitario varillado y vacíos del agregado grueso.....	42
Tabla 10. Peso unitario suelto y vacíos de la toba volcánica.....	43
Tabla 11. Peso específico y absorción del agregado grueso	43
Tabla 12. Peso específico y absorción de la toba volcánica.....	43
Tabla 13. Resumen de valores del ensayo para el agregado grueso.....	44
Tabla 14. Resumen de valores del ensayo para la toba volcánica	44
Tabla 15. Proporción de materiales en volumen.....	45
Tabla 16. Proporción para las briquetas	45
Tabla 17. Asentamiento con 0% de toba volcánica	49
Tabla 18. Asentamiento con 5% de toba volcánica	49
Tabla 19. Asentamiento con 10% de toba volcánica	49
Tabla 20. Asentamiento con 15% de toba volcánica	49
Tabla 21. Pruebas de peso unitario en concreto patrón	50
Tabla 22. Ensayo de peso unitario del concreto fresco con 5% patrón	51
Tabla 23. Ensayo de peso unitario del concreto fresco en concreto con 10% patrón	51
Tabla 24. Ensayo de peso unitario del concreto fresco con 15% patrón	51
Tabla 25. Medición de contenido de aire con 0% patrón	51
Tabla 26. Medición de aire con 5% patrón	51
Tabla 27. Medición de aire con 10% patrón	51
Tabla 28. Medición de aire con 15% patrón	52

Tabla 29. Valor de resistencia de la compresión en concreto patrón de 0% de toba volcánica.....	53
Tabla 30. Resistencia a la compresión en días (concreto 5% patrón)	53
Tabla 31. Resistencia a la compresión en días (concreto 10% patrón)	54
Tabla 32. Resistencia a la compresión en días (concreto 15% patrón)	55
Tabla 33. Resistencia a la flexión en 0% concreto patrón	56
Tabla 34. Resistencia a la flexión en 5% concreto patrón	57
Tabla 35. Resistencia a la flexión en 10% concreto patrón	57
Tabla 36. Resistencia a la flexión en 15% concreto patrón	58
Tabla 37. Resultados de permeabilidad	59
Tabla 38.....	59
Tabla 39. Prueba de normalidad.....	61
Tabla 40. Prueba de correlación.....	62
Tabla 41.....	63
Tabla 42. Prueba de normalidad.....	65
Tabla 43. Contratación de hipótesis para objetivo específico número 02.....	66
Tabla 44. Resumen de resultados en base a promedio de permeabilidad.	66
Tabla 45. Prueba de normalidad.....	68
Tabla 46. Prueba de correlación.....	69
Tabla 47. Prueba de resistencia a la compresión	70
Tabla 48. Prueba de normalidad.....	71
Tabla 49. Prueba de correlación.....	72
Tabla 50. Prueba resistencia a la flexión	73
Tabla 51. Prueba de normalidad.....	74.
Tabla 52. Prueba de correlación.....	75

Índice de figuras

Figura 1.Extracción de los agregados pétreos de las canteras.	36
Figura 2. Selección del material en uso.....	36
Figura 3.Chancado de agregado	37
Figura 4.Obtención del cemento.....	37
Figura 5.Obtención de la toba volcánica.....	38
Figura 6.Ensayo de granulometría para los agregados	39
Figura 7. Curva granulométrica del agregado grueso.....	40
Figura 8. Curva granulométrica toba volcánica.....	41
Figura 9.Determinación del peso del agregado	44
Figura 10. Diseño del concreto con resistencias	45
Figura 11. Peso de los insumos según dosificación	46
Figura 12. Elaboración de la pasta en la mezcladora	47
Figura 13. Elaboración de especímenes cilíndricos y prismáticos.....	48
Figura 14.....	48
Figura 15. Medición de temperatura y asentamiento.....	50
Figura 16.Determinación del peso unitario del concreto fresco	52
Figura 17.Resistencia a la compresión en días (concreto patrón).....	53
Figura 18.Resistencia a la compresión en días (concreto 5% patrón).....	54
Figura 19. Resistencia a la compresión en días (concreto 10% patrón).....	55
Figura 20. Resistencia a la compresión en días (concreto 15% patrón).....	55
Figura 21.Resistencia a compresión.....	56
Figura 22. Resistencia a la flexión concreto patrón	57
Figura 23.Resistencia a la flexión concreto al 5% de toba volcánica.....	57
Figura 24. Resistencia a la flexión concreto al 10% de toba volcánica.....	58
Figura 25. Resistencia a la flexión concreto al 15% de toba volcánica.....	58
Figura 26. Ensayo de resistencia a Flexión	59
Figura 27. Medición de peso unitario.....	62
Figura 29. Medición de contenido de aire.....	65
Figura 30. Medición de contenido de aire	67

Figura 31. Medición de grado de permeabilidad.....	70
Figura 33. Medición de la resistencia a la compresión	71
Figura 34. Medición de resistencia a la compresión	74
Figura 35. Medición de la resistencia a la flexión	75
Figura 36. Medición de resistencia a ala flexión	77

Resumen

La investigación tuvo como objetivo general , evaluar de qué manera la toba volcánica influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto poroso $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ en pavimento rígido, Cusco 2022, donde la metodología implicó, un tipo de investigación aplicada ,diseño cuasiexperimental y de enfoque cuantitativo.La población estuvo compuesta por la elaboración de concreto en la ciudad del Cusco, las muestras fueron los 60 testigos para ensayos de resistencia a compresión y flexión; 4 para permeabilidad y 12 muestras para el contenido de vacíos ,el muestreo fue no aleatorio en base a las normativas para dichos procedimientos. La investigación se enfocó en principio en determinar el diseño de mezcla para finalmente ser usado en la elaboración de muestras. Se definieron resultados para; la densidad aumentó en 1.02 % con 10 % de adición, la permeabilidad alcanzo un 14.89% para 15% de adición, el porcentaje de vacíos se incrementó en 7.69% con 10% de adición, la resistencia a compresión y flexión supero en 4.29% y 5.98 % respectivamente a un 10 % de adición la correlación del módulo de rotura. La conclusión general al uso de toba volcánica, es óptima para pavimentos rígidos con un porcentaje eficiente de adición del 10%.

Palabras clave: toba volcánica, propiedades físicas, propiedades mecánicas, concreto poroso, pavimento rígido.

Abstract

The general objective of the research was to evaluate how volcanic tuff influences the physical and mechanical properties of porous concrete $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ in rigid pavement, Cusco 2022, where the methodology implied, a type of applied research, quasi-experimental design and a quantitative approach. The population was made up of the production of concrete in the city of Cusco, the samples were the 60 witnesses for compressive and flexural strength tests; 4 for permeability and 12 samples for the content of voids, the sampling was non-random based on the regulations for said procedures. The investigation focused initially on determining the mix design to finally be used in the preparation of samples. Outcomes were defined for; density increased by 1.02% with 10% addition, permeability reached 14.89% for 15% addition, void percentage increased by 7.69% with 10% addition, compressive and flexural strength exceeded 4.29% and 5.98% respectively at 10% addition the correlation of the modulus of rupture. The general conclusion to the use of volcanic tuff is optimal for rigid pavements with an efficient percentage of addition of 10%.

Keywords: volcanic tuff, physical properties, mechanical properties, porous concrete, rigid pavement.

I.INTRODUCCIÓN

A **nivel internacional**, se tiene conocimiento de que el concreto poroso ya es un material usado en gran demasía en distintas partes del mundo desde hace muchísimos años atrás, ya que debido a los diferentes cambios climáticos se da el incremento de las temperaturas, crecimiento del nivel de los océanos y los fenómenos naturales se elevan produciendo así grandes precipitaciones (Palacios, Frank, 2018), todo esto antes mencionado conlleva a una serie de efectos negativos en las diferentes infraestructuras viales existentes como son la erosión del suelo, acumulación de aguas de lluvia en la superficie y grandes pérdidas económicas así como también malestar en la población, por lo que se hace importante ahondar más en las propiedades físicas y mecánicas del concreto estudiado mediante el uso de nuevos materiales, pudiendo así de esta forma también encontrar una nueva opción en el diseño del concreto poroso, que cumpla con los parámetros de sus propiedades llegando de esta forma a ser útil e innovador. El concreto poroso surge a partir de los años setenta en diferentes países tales como: Estados Unidos, Suecia, asimismo otros países como Francia, España y Alemania optaron por aplicar este tipo de concreto en sus infraestructuras. Destacando en Estados Unidos por su uso en el manejo de agua de lluvias acumuladas en los pavimentos y así también en Europa para mejorar la resistencia al deslizamiento y reducir el ruido del tráfico. Dé esta misma manera, en Australia se estableció como un elemento primordial en el diseño urbano sensible al agua tomando como objetivo el mejorar la calidad y cantidad del agua en las zonas urbanas de la ciudad (Huallpa Eber, 2021). El concreto poroso por ende se clasifica como un método o camino para que solucione y permita la reducción de la taza de esorrentía mediante la filtración de aguas pluviales al subsuelo, la eliminación de la contaminación y la reducción del efecto de Isla de calor.

A **nivel nacional** en el Perú es muy necesario contar con un tipo de concreto poroso que disminuya los daños que traen consigo las aguas de lluvia ya que nuestro país viene a ser una zona con altas precipitaciones debido a su ubicación geográfica, manteniendo así un clima tropical lluvioso constante, por lo que ha de sufrir problemas de inundaciones y encharcamientos en sus vías con regularidad. Muy aparte también será importante familiarizar este tipo de concreto en la construcción de pavimentos de bajo tránsito o zonas con alto índice de escorrentía y/o problemas con sus sistemas de drenaje para así de este modo poder hacer un alto a los encharcamientos regulares que se presentan en varias zonas del Perú, existiendo poco conocimiento y uso de este concreto debido a la poca información sobre sus beneficios y propiedades.

A **nivel regional** la ciudad del Cusco está dentro de las ciudades que registran mayores emergencias ocurridas a causa de intensas lluvias, siendo los meses de enero, febrero, marzo y abril los que presentan mayor número de incidencias de fuertes lluvias y según algunas fuentes, las emergencias naturales que ocurrieron en mayor número se dieron desde el 2012 (INDECI, 2021). Debido a esto antes mencionado la ciudad presenta serios problemas como es el caso de del encharcamiento de aguas en las vías durante la época de lluvias, debido al colapso de su inadecuado sistema de drenaje y el desconocimiento del concreto poroso por lo que en la presente investigación mediante el estudio de las propiedades físicas y mecánicas del concreto poroso se busca mejorar su resistencia, durabilidad y funcionalidad mediante la adición de la toba volcánica elemento natural que en conjunto a través de sus características permita mejorar las propiedades del concreto llegando a una resistencia óptima para que de esta forma se tenga pavimentos con alta resistencia a los fenómenos como es el caso de la erosión debido a los empozamientos de aguas pluviales.

Es por este motivo que surge la idea de brindar una opción de uso de este tipo de concreto mediante la adición de toba volcánica, es así que el presente trabajo de investigación lleva por título: "Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Poroso $F_c=175$ kg/cm² en pavimentos rígidos empleando toba volcánica Cusco-2022", del cual nace el **problema general** ¿De qué manera la toba volcánica influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto poroso $f_c=175$ kg/cm² en pavimento

rígido, Cusco 2022? de la misma forma se plantean los **problemas específicos**: ¿En qué medida incide la adición de toba volcánica en la densidad del concreto poroso $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ en pavimento rígido, Cusco-2022?. ¿Cómo influye la adición de toba volcánica en el contenido de vacíos de concreto poroso $F_c=175 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Cusco-2022? ¿De qué manera incide la adición de toba volcánica en la porosidad del concreto poroso $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Cusco-2022? ¿Cuál será la incidencia de la toba volcánica en concreto poroso $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ en la resistencia a la compresión en pavimentos rígidos, Cusco-2022? ¿Cómo influye el uso de la toba volcánica en concreto poroso $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ en la resistencia a la flexión en pavimentos rígidos, Cusco-2022? Se tiene la **justificación teórica**, en nuestra investigación se determinará la mejor dosificación en cuanto al porcentaje de toba volcánica que jugará un papel en relación al agregado grueso para la preparación de un concreto poroso $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$, con lo que se podrá tener un aporte para próximas investigaciones agregando más conocimiento científico sobre las propiedades tanto físicas como mecánicas del concreto poroso con adición de toba volcánica logrando así de esta forma un concreto poroso de alta funcionabilidad y resistencia. Se tiene como **justificación metodológica**, el hecho de cumplir los objetivos propuestos, los cuales deben seguir un proceso metodológico en relación al orden de las guías metodológicas que tenemos, para lo que se llevaran a cabo ensayos en laboratorio para poder obtener ciertos datos, proceso por el cual nuestra investigación es de tipo cuantitativa, todos los resultados que se obtengan reconfirmaran o negaran los sustentos de nuestras hipótesis, y a su vez estos resultados servirán de referencia a otros investigadores para próximas investigaciones. **Justificación técnica**, si bien hay antecedentes de utilización de toba volcánica en relación al concreto convencional o la existencia de la adición de toba volcánica con hormigón reforzado, no existe una en la que se relacione el concreto poroso con la toba volcánica para el refuerzo y permeabilidad de este, es un hecho de que ya existe un diseño de mezcla propio para el concreto permeable, pero debido a la excesiva contaminación y un uso indiscriminado de los materiales ya comunes en el mercado se tiene la intención de buscar otro tipo de material que pueda generar un efecto positivo en este tipo de concreto, ya que este material posee cualidades propias que de por sí se relacionan con el concreto poroso, como es el caso del aumento de la permeabilidad y a su vez un aumento en la resistencia por su característica puzolánica. Esta investigación cuenta con una **justificación social** la

cual está sustentada en el beneficio directo que tendrá el sector construcción al tener una nueva opción de concreto poroso e indirectamente el medio ambiente, a su vez también los pobladores de la ciudad del Cusco serán beneficiados con los aportes que generara el uso de un nuevo tipo de concreto poroso, mejorando así la drenabilidad en sus calles en época de lluvias. De otro modo se presenta también una **justificación económica** la cual se realiza al momento de aplicar el concreto poroso con toba volcánica en las infraestructuras viales reducirá considerablemente el deterioro a corto plazo de las vías, por lo que se podrá conseguir el ahorro en refacciones permanentes. Así también beneficiara económicamente a los distritos que cuentan con canteras de toba volcánica.

En este proyecto de investigación se ha formulado el **objetivo general** que se presenta a continuación: Evaluar de qué manera la toba volcánica en concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ influye en el drenaje de aguas pluviales en pavimento rígido, Cusco-2022. Siendo los **objetivos específicos**: Calcular en qué medida la toba volcánica influye en la densidad del concreto poroso $f_c=175\text{ kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, Cusco-2022. Evaluar cómo la toba volcánica influye en el contenido de vacíos del concreto poroso $F_c=175\text{kg/cm}^2$ en pavimento rígido, Cusco-2022. Determinar como la toba volcánica influye en la porosidad del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, Cusco-2022. Calcular cual será la incidencia de la toba volcánica en concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ en la resistencia a la compresión en el drenaje de aguas pluviales en pavimento. Determinar cómo influye el uso de la toba volcánica en la resistencia a la flexión del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Cusco-2022.

La **hipótesis general**: La toba volcánica influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del concreto poroso $f_c=175\text{ kg/cm}^2$ en pavimento rígido, Cusco-2022. Las **hipótesis específicas** serán: La toba volcánica determina positivamente en la densidad del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, Cusco-2022. La toba volcánica determina positivamente en la densidad del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, Cusco-2022. La toba volcánica influye positivamente en el contenido de vacíos del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, Cusco-2022. La toba volcánica influye significativamente en el porcentaje de porosidad del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, Cusco-2022. La toba volcánica influye positivamente en la resistencia a la compresión

del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, Cusco-2022. La toba volcánica influye de manera significativa en la resistencia a la flexión del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, Cusco-2022.

II. MARCO TEÓRICO

Con el propósito de desarrollar el presente trabajo de investigación se llevó a cabo una serie de estudios, los cuales se realizaron con anterioridad, en el **ámbito internacional** tenemos a:

(Romero Vanessa, 2021) quien realizó la tesis para optar el título de ingeniero civil, cuyo título tiene por nombre: “Diseño de hormigón utilizando toba volcánica como medio para minimizar los impactos ambientales”, llevándose a cabo en la Universidad de Laica en Guayaquil, considerándose como objetivo al propósito de elaborar una mezcla de hormigón conteniendo toba volcánica para así de esta forma innovar y reducir el impacto ambiental estableciendo una nueva metodología que ayude a restar tales efectos. El tipo de investigación es aplicada de nivel explicativo con un diseño experimental, la población en este caso es de naturaleza nula ya que, por ser de innovación, no existe lugar en el que se haya aplicado y podamos relacionar. La muestra para este caso estuvo conformada por 27 cilindros de hormigón contenidos por toba volcánica y 3 muestras distintas relacionadas a un tipo de dosificación. En este caso hablaremos de los principales resultados los cuales fueron, la determinación de las propiedades físicas y químicas de la toba volcánica, cuyas propiedades trabajadas en base a su granulometría, porcentaje de humedad, absorción, peso unitario y gravedad específica y obedeciendo a las normas y especificaciones técnicas, lo convierten en un material viable en la utilización del diseño de hormigón, por otro lado también será importante hacer un estudio de la ubicación de la cantera de este material y un cuadro comparativo en cuanto al rendimiento económico tanto de una mezcla convencional como una contenida de toba volcánica. Finalmente, en conclusión, la autora determina que las propiedades de la toba son aptas para la fabricación de cilindros de hormigón, tomando en consideración una de las muestras de resistencia en las que la dosificación con toba volcánica, cemento y agua obtiene una resistencia alta de $215,2\text{kg/cm}^2$, por lo que se deduce que la toba volcánica logra su cometido en cuanto a resistencia y disminución en los efectos ambientales negativos.

(Mendez, y otros, 2017) en la tesis que lleva por nombre “Estudio de la resistencia del concreto permeable para pavimentos”, para así poder lograr el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad de Carabobo teniendo como objetivo el elaborar dos tipos de concreto para el diseño de mezcla tomado ,presentando así un tipo de muestra con contenido de finos y por otro lado un tipo sin presencia de finos, este procedimiento se lleva con el fin de obtener una permeabilidad viable que permita ser de gran uso para la población a la que está destinada ,así como también se busca que este proceso no altere la resistencia del mismo concreto. Pará esta investigación se tiene un tipo de metodología descriptiva ya que se realiza un análisis al concreto poroso para poder mediante una serie de procesos determinar sus propiedades en función a las mejoras que se quiere para este tipo de concreto que se aplicara a pavimentos, por otro lado, se tiene un diseño no experimental en consecuencia a que las variables independientes no fueron manipuladas. La población está formada por cada uno de los elementos que serán analizados para así lograr resultados en la investigación para esta tesis la muestra será igual a la población siendo de tipo no probabilístico, siendo el caso de estudio 6 probetas cilíndricas divididas en 2 grupos de 3 con finos y 3 sin finos, además de 8 viguetas en 2 grupos de 4 con finos y 4 sin finos, muestras que serán usadas para los ensayos de compresión y flexión. Finalmente, como conclusiones se tiene, en cuanto a los valores de la resistencia a flexión se obtuvo 25,964 kg/cm² para la muestra con finos y 12,163 kg/cm² para una muestra sin finos, estando estos valores dentro del rango establecido y así también se concluye que los agregados del sitio se comportan favorablemente en este tipo de concreto. En cuanto a los resultados de permeabilidad se tiene 22,317 mm/s y 24,53 mm/s con y sin finos, estos se consideran valores altos, aunque si los comparan con estudios pasados se tiene que están dentro de los parámetros, para este caso se interpreta que la muestra con finos es menos permeable que una sin finos y por el contrario con respecto al porcentaje de vacíos la muestra con finos posee un 7.39% y la muestra sin finos 27,20% siendo esta ultima la más poroso característica que lo hace permeable pero no en cuanto a su resistencia.

También se presentan los **antecedentes nacionales** tenemos a (Rodriguez, 2018) quien desarrollo la tesis que lleva por título : “Determinación de la permeabilidad y resistencia de un concreto permeable con 10%, 15% y 20% de relación de vacíos”, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad San Pedro

dándose como objetivo el preparar diferentes mezclas de concreto poroso para los contenidos de vacío 10%,15% y 20% .En este caso tenemos un tipo de metodología de naturaleza aplicada ,cuya población está contenida por las probetas de laboratorio que han sido trabajadas en la misma universidad en el laboratorio de suelos, La muestra para este caso esta hace referencia a un número de casos y personas de una población estadística ,para lo que se tendrá 36 testigos muestras de concreto ,distribuidas de la siguiente forma:9 muestras no tienen cambios en la relación de vacíos,9 muestras están con un 10% de vacíos ,9 con un 15 % ,9 con 20%,6 muestras con dimensiones distintas para poder hallar la permeabilidad. Dentro de los principales resultados tenemos la relación de vacíos determina la resistencia a mayor porcentaje y también según se van incrementando la cantidad de días se puede llegar a una resistencia más óptima .Como conclusión, está tesis determina: Que el coeficiente de permeabilidad en un 10% de vacíos es de 0.684 cm/s ;en un 15% viene dado por un coeficiente de 0.913 cm/s y como dato final en un 20 % con respecto a la relación de vacíos ,se tiene un coeficiente de 1.169 cm/s acertando con cada dato ,cuyos valores si están dentro de los límites de los coeficientes de permeabilidad.

Para (Bravo Callao, 2021), a través de la tesis de grado para optar el título de ingeniero civil, la cual titula: “Evaluación de las propiedades físicas del concreto poroso para pavimento rígido elaborado con aditivo en Jaén” de la Universidad César Vallejo, cuyo objetivo se basa en el análisis del estudio de la propiedades físicas del concreto poroso propuesto para pavimento rígido ,haciendo uso de aditivo en la ciudad de Jaén, el tipo de investigación se refiere a una básica junto a un diseño de tipo experimental conteniendo dentro de ello una investigación de tipo pura, el enfoque fue cuantitativo ,la población y la muestra se estableció entre 27 muestras para ensayos de compresión y 9 muestras para hallar la capacidad de filtración ,como resultados se tuvo que dentro de encontrar las dosificación adecuada se elaboraron 3 ,de las cuales la última obtuvo mayor resistencia a compresión ,la cual se basó en un concreto poroso con adición de superplastificante llegando a un resultado de 205.20 kg/cm² para el ensayo a compresión, considerando que esta está dentro de los parámetros de la norma ACI 522 R-10 y con respecto a la permeabilidad de la muestra ultima denominada D3 concreto poroso con aditivo superplastificante se alcanzó a 1.25 cm/s estando dentro del rango que menciona la norma para concreto

poroso. En conclusión, se deduce que tomando como referencia las tres muestras los datos se incrementan mínimamente, pero se hace un énfasis en la muestra con aditivo superplastificante la cual es más permeable a diferencia de las otras y también es más resistente a compresión en comparación a las otras, concluyendo que el aditivo superplastificante a diferencia del plastificante mejora las propiedades tanto físicas como mecánicas del concreto poroso.

(Coronado, y otros, 2019), mediante el desarrollo de la tesis que lleva por nombre “Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades físico-mecánicas del concreto permeable para su empleo en el Jr. Huascarán, Huaraz-2019” para obtener el título profesional de Ingeniero Civil de la universidad Cesar Vallejo, teniendo como objetivo el establecer el mejor diseño de mezcla de concreto permeable, para que pueda así poseer las mejores características mecánicas para que de esta forma pueda ser usado como capa de rodadura en pavimentos rígidos, y así de esta forma se logre un eficiente sistema de drenaje en el lugar que se menciona en el título de la tesis, el tipo de investigación será aplicado con un enfoque cuantitativo, ya que se recolectaran una serie de datos y resultados para finalmente contrastarlos con las hipótesis planteadas, esta investigación posee un diseño experimental ya que la variable independiente se manipulara con intención. La población está conformada por 36 probetas las cuales tendrán 3 edades de tiempo de rotura cada una con un porcentaje distinto en cuanto a adición de fibra de vidrio y la muestra será definida en base a la técnica de muestreo no probabilístico, para la obtención de resultados se estableció 2 diseños de mezcla de concreto, siendo estas: Concreto permeable con agregado grueso de $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{8}$, en función a las indicaciones del ACI 522R-10, seguidamente se prosiguió a la elaboración de los especímenes de concreto para que puedan ser sometidos a los ensayos de compresión, flexión y permeabilidad, determinando así si este tipo de concreto es apto para su uso en la capa de rodadura del lugar que eligieron. De los procedimientos antes mencionados se obtuvieron resultados tanto para concreto permeable con agregado de $\frac{3}{8}$ ” el cual es más resistente en cuanto a ensayos de flexión y compresión y por otro lado el concreto permeable con agregado grueso de $\frac{1}{2}$ ” fue quien arrojó valores más altos en el coeficiente de permeabilidad.

Para (Hilder Javier, 2019) mediante el desarrollo de la tesis que lleva por título: “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”, para obtener el título de ingeniero civil en la Universidad Nacional de Piura, proponiendo como objetivo: obtener una dosificación adecuada del concreto permeable de manera que este cumpla la función de estructura sostenible y eficaz para poder controlar las aguas pluviales en la ciudad de Castilla Piura, la metodología de esta investigación es de tipo cuantitativo ,de diseño experimental, encontramos que la población viene dada por las muestras de concreto permeable contenida cada una con un porcentaje diferente de aditivo plastificante, para la muestra se indica que se tomó a la misma población quienes serán llevadas a comprensión para la determinación de resistencia y permeabilidad con un ensayo a los 7 y 28 días. En total se tienen 98 muestras o testigos .En conclusión tenemos que las mezclas de concreto permeable se deberán dar en coordinación y determinación del (ACI522-R, 2010)incluyendo relaciones bajas de agua/cemento acompañadas de porcentajes de aditivos plastificantes, lo cual permitirá al concreto permeable llegar a compresiones mayores a 210 kg/cm².Después de los estudios hechos a cada alternativa se encontró factible una de ellas, por lo que la autora determina que el concreto permeable se hace viable en uso en cuanto a ser una superficie que permite drenar la escorrentía ,haciendo al mismo tiempo también como capa de rodadura y controlando la evacuación de agua de lluvias.

Para un mejor análisis y estudio de la investigación se tomará el contenido de los artículos de investigación siguientes; llevados a cabo por; **JANSEN&OTROS** (2018) (Influência do teor de cerâmica vermelha do agregado reciclado nas propriedades do concreto permeável, 2018) en la revista científica, vol. 7 nro. 1,3-9. Ponen como objetivo el mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto poroso con diferentes adiciones de áridos reciclados como es el caso de los cerámicos de arcilla roja y ladrillos cerámico ,llevándose a cabo sus respectivos análisis para poder así elaborar nuestras que les permitan ver la influencia en la resistencia y permeabilidad del concreto poroso para ello se estableció porcentajes de dicho árido en relación a un concreto poroso patrón de 10,25,50 y 100% de residuos cerámicos de arcilla roja, la metodología de la investigación se refiere a un diseño experimental con enfoque cuantitativo que consistió en la preparación de las muestras con 3 tipos de residuos

distribuidos en 5 tipos de mezclas las cuales fueron ensayadas a los 28 días de edad para obtener los resultados de resistencia a compresión, flexión y permeabilidad, finalmente como conclusiones se tiene que el uso de áridos de diferentes tipos y mezclados en reemplazo de los áridos naturales modifican considerablemente las propiedades del hormigón permeable, por otro lado los agregados con uniformidad en granulometría proporcionan resultados en permeabilidad mayores al que se tiene como referencia y los coeficientes de permeabilidad bajaron en base a la cantidad de material cerámico y en cuanto a la resistencia se tiene que las mezclas realizadas con concreto de desecho llegaron a resistencias similares al concreto hecho con agregado natural ,caso distinto en cuanto a las muestras hechas con cerámicos como agregado se observó que la resistencia ascendió.

(Estudio y analisis en la dosificacion del concreto poroso, 2018). (artículo científico) **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMA**, 2018.Los autores concluyen con este artículo que: Con la proporción de agua/cemento de 0.36 se puede lograr en el concreto poroso una eficiente manejabilidad y trabajabilidad, haciendo a su vez que la graba se adhiera con la pasta cemento para darle un adecuado confinamiento, sin embargo, esto dependerá también de la cantidad de aditivo a usar. También será importante establecer el tamaño adecuado del agregado ya que de esto dependerá la cantidad de cemento y agua a usar en la mezcla para poder tener como resultado un buen confinamiento de materiales. Por otro lado, es importante tomar en consideración las consecuencias ineficientes que se dan tanto como para una elevada relación de agua/cemento, como para una baja relación agua/cemento provocando poca adherencia en la mezcla y una mezcla seca respectivamente.

CABELLO & OTROS (2020) (CONCRETO POROSO: CONSTITUCIÓN, VARIABLES INFLUYENTES Y PROTOCOLOS PARA SU CARACTERIZACION);en el presente artículo se busca evaluar el uso permanente y de gran potencial del concreto poroso en las diferentes construcciones que posee la localidad de Machala y cuyo propósito de uso sea el reducir las acciones de escorrentía superficial ,la evaluación se fundamenta en sus componentes principales que son el cemento,agua,agregado grueso y fino en mínimas o ausencia de este último que en proporciones adecuadas permitan un adecuado contenido de vacíos para cumplir así la función de drenaje y a su vez también no alterar la resistencia de este concreto. Para cumplir con estas

propiedades mecánicas como es el caso de la resistencia con la permeabilidad se debe considerar cantidades exactas y determinadas en la mezcla como es la relación a/granulometría y forma de los agregados, compactación, forma de curado etc. En conclusión, se determina al concreto poroso como una buena opción en las construcciones para poder así controlar las inundaciones provocadas por la lluvia, almacenamiento de agua en la subbase y otras funciones como aislamiento de calor en los pavimentos y reducción del ruido de los vehículos. Los concretos porosos al ser llevados a ensayos de compresión, permeabilidad, flexión y tamaño de vacíos nos brindan una respuesta clara de sus características.

En otros lenguajes tenemos como referencia a: **MELO, PESSOA & OTROS** (Study of the physical and mechanical properties of permeable concrete with the addition of TiO₂ for the treatment of sewage, 2020) en la localidad de Teresina existe un sistema de tratamiento de aguas residuales el cual fue creado con el fin de recibir las aguas residuales de los hogares, eventualmente en el año 2011 se descubrió la existencia de otro tipo de agua que llega a dicho sistema, lo que perjudica el proceso en el tratamiento de dichas aguas, para esto esta investigación busca cumplir con el objetivo de mejoramiento a través del uso de concreto permeable con adición de dióxido de titanio, con el fin de brindar apoyo en el tratamiento de aguas a través de sus propiedades, por lo tanto a través del análisis de las propiedades mecánicas e hidráulicas de hormigón poroso con adiciones de 3,6 y 10% de dióxido de titanio, por lo que las diferentes proporciones de titanio en la mezcla influyen en las propiedades. lo cual se discute en la investigación, un concreto poroso con 6% de titanio afecta las propiedades físicas e hidráulicas y favorece su propiedad mecánica.

SANDOVAL,GALOBARDES B & OTROS (Correlation between permeability and porosity for pervious concrete, 2019) El objetivo de esta investigación es secuenciar los límites de las propiedades hidráulicas del hormigón poroso, para la elaboración de este tipo de hormigón se utilizaron 3 tipos de áridos que derivan de residuos de construcción y un basalto, para estos casos una proporción de c/a (cemento: árido) 1:3,26 y a/c 0,34. Las muestras se ensayaron a compresión, flexión para determinar sus características mecánicas, también se realizó el ensayo de porosidad y permeabilidad en estado de carga constante para conocer las propiedades. En primera instancia, los resultados de la investigación fueron evaluados y comparados

con las normas establecidas en la (ACI 522R-10, NBR 16416 (2015) y VTT-R-080225-13). Los resultados fueron que, al realizar el cuadro comparativo, estos respetaron las indicaciones de la norma, por lo que se afirma que es adecuado elaborar concreto poroso con los agregados que se propusieron para vías de poco tránsito, por otro lado, permeabilidad y porosidad. están relacionadas con las leyes de Darcy y Bernoulli. Finalmente, se aprobó la correlación de porosidad y permeabilidad utilizando resultados existentes en fuentes que demuestran las coincidencias encontradas en laboratorio, por lo que se comprobó que la correlación propuesta es una herramienta eficaz para predecir la eficiencia hidráulica del concreto permeable.

JANSEN&OTROS (2018) (Influencia da teoria da cerâmica verde de agregado reciclado nas propriedades do concreto permeable, 2018) En la revista científica, vol. 7 no. 1.3-9. Su objetivo es mejorar las propiedades físicas y mecánicas del hormigón poroso con diferentes adiciones de áridos reciclados, como cerámica de arcilla roja y ladrillos cerámicos, realizando sus respectivos análisis para elaborar los nuestros propios que nos permitan ver la influencia en la resistencia y permeabilidad. de concreto poroso, a Por lo tanto, se establecieron porcentajes del referido agregado en relación a un concreto poroso estándar de 10,25,50 y 100% de residuos cerámicos de arcilla roja, la metodología de investigación se refiere a un diseño experimental con enfoque cuantitativo que consistió en la preparación de muestras con 3 tipos de residuos distribuidos en 5 tipos de mezclas que fueron ensayadas a los 28 días de edad para obtener los resultados de resistencia a compresión, flexión y permeabilidad, finalmente como conclusiones tenemos que el uso de agregados de diferentes tipos y mezclas en sustitución de agregados naturales para modificar en consecuencia considerando las propiedades del concreto p permeables, en cambio los agregados con uniformidad en la granulometría dan como resultado una permeabilidad mayor a la que se toma como referencia y los coeficientes de permeabilidad disminuyen en función de la cantidad de material cerámico y en cuanto a la resistencia que tienen las mezclas realizadas con hormigón residual alcanzaron resistencias similares al concreto elaborado con agregado natural, caso diferente en relación a las muestras elaboradas con agregado cerámico, se observó que la resistencia aumentó. A continuación, se exponen los **conceptos** relacionados al tema

de mi investigación en relación a las variables expuestas en la matriz y las dimensiones e indicadores propuestos.

Concreto: se refiere a un tipo de material conformado que lleva básicamente un cumulo dentro del cual se hallan partículas y pedazos de agregados. (ASTM C,125)por otro lado (Cesar, Grigalva, 2021) explica “El concreto es un material artificial de pasta lijosa, dentro del cual se encuentran envueltas partículas de un medio lijoso conocido como agregado” (p.5). Según Grijalva el concreto es un producto de gran trabajabilidad que puede moldearse de manera sencilla.

Componentes del concreto: se definen los elementos del concreto en general acorde al tipo de concreto en estudio, pero para (Mehta,Kumar;Monteiro Paulo)

Concreto poroso: Pará (Trujillo Lopez , y otros, 2013),el concreto poroso se define como el “Concreto que se determina por tener orificios, con el propósito de infiltrar el agua mediante la estructura del concreto poroso, con una superficie invulnerable para las ejecuciones anheladas y pequeña cantidad de incorporado fino en su volumen”(p.12).Esto quiere decir que el concreto poroso debido a su alto contenido de vacíos adquiere porosidad lo cual le permite absorber agua de la superficie ,cumpliendo así diferentes funciones. También podemos decir que se debe realizar un adecuado diseño mediante el contenido de vacíos quien a su vez nos permitirá hallar la velocidad de infiltración, para lograr de esta forma las propiedades del concreto poroso. Sí se desea tener un adecuado diseño este debe fundamentarse en la norma (ACI-211.3R, 2003), esta norma le da un énfasis técnico para poder estar dentro de las características y propiedades del concreto poroso.

Dosificación del concreto poroso: básicamente (Ortega, 2015) menciona que “la resistencia a la permeabilidad lograda en un suelo de concreto poroso están expresadas por la mezcla utilizadas”(p.22).Este concepto se refiere a que una vez establecidos los mejores porcentajes y cantidades de los elementos que conforman el concreto poroso como son ,la relación de agua/cemento considerándose importante para obtener un equilibrado resultado en lo que refiere una buena resistencia y una adecuada permeabilidad, por otro lado vienen a jugar otro rol en el concreto poroso la cantidad o porcentaje de agregado grueso en este caso usando la **toba volcánica** , teniendo ensayos con **0%,15%y 20%** para definir y obtener la resistencia que se quiere así como lograr la drenabilidad de aguas pluviales en la ciudad del Cusco. También es importante considerar en este tipo de concreto la poca

o casi nada existencia de agregado fino para obtener un alto grado de porosidad.

Porosidad: según (Concreto considerado como un material de construcción sostenible por el manejo adecuado del agua de las lluvias, 2019), la porosidad es una propiedad del concreto que mide los espacios o vacíos entre los agregados. “La condición para que un concreto sea permeable, es que el **porcentaje de vacíos** sea mayor a 15%”.

Densidad volumétrica: Según (Bulk density and total porosity estimation through penetrometer, 2018) la textura y estructura del suelo influye en la relación de la masa y el volumen resultando único para cada tipo de suelo. En conclusión, se obtiene la relación de la textura con la densidad volumétrica, porosidad volumétrica o resistencia a la penetración para obtener resultados.

Especificaciones técnicas: estos puntos vienen a darse en relación a las normas existentes en donde se hace referencia a la composición de los materiales como es caso del componente cementante, el agregado grueso, el agua y si en caso existieran los agregados finos y aditivo, los cuales deben cumplir ciertos parámetros en base a dichas normas. La mezcla de nuestro concreto básicamente estará dada por el **cemento** quien deberá trabajar en base a las normas ASTM C 150, ASTM C 595 o ASTM C 1157. Menciona (Hidrocreto, 2015), se considera como función elemental del cemento la acumulación de las partículas gruesas. En esta investigación el tipo de cemento a usar será el cemento portland Tipo I. **El agregado grueso**, (REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2009) refiere que: “La gradación de los agregados es uno de los elementos claves, así como su limpieza; generalmente se emplea grava redondeada de hasta 9,5 mm (3/8”)” (p.4). El **agua**, cita (Osorio, 2020), que es un componente que sirve para la hidratación de la pasta y que al entrar en contacto con el cemento este se endurece y se obtiene seguidamente la resistencia de dicha pasta en estado endurecido.

Permeabilidad: (Método de ensayo estandar para determinar la densidad de la masa, 2010), se fundamenta que la permeabilidad junto a la porosidad son características propias de un concreto permeable, las cuales permiten fluir el agua a través de su estructura. Ósea que la permeabilidad es una característica que definirá la capacidad de filtración del pavimento rígido, tomando en cuenta el tipo y tamaño de agregado grueso que tomaremos. Se dice que se llega a una función óptima de permeabilidad cuando se tiene un contenido de vacíos de 15% a más.

Propiedades mecánicas: (Rodríguez, 2010) Las propiedades mecánicas son las

características del concreto en estado endurecido al que se le hace una serie de pruebas para medir su resistencia”. Tenemos la **resistencia a la compresión** cita (Ponce, 2017) “la resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en kg/cm^2 ”, este proceso se da mediante la relación de una carga que soporta la briqueta de manera transversal para así lograr la resistencia al aplastamiento. Por otro lado, tenemos la **resistencia a la Flexión** la revista (construcción y tecnología ,2018) define como resistencia a la flexión al proceso en el cual se toma una viga simple sin refuerzo sometida a la resistencia de falla, calculada en kg/cm^2 , la resistencia a la flexión se verá afectada por el contenido de vacíos ya que al tener un porcentaje más elevado se disminuirá la resistencia a la flexión

III METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Según la Universidad de Colima 2015 de acuerdo a (HERNANDEZ, 2010) los tipos de investigación están divididos por el enfoque y se tiene tres tipos que vienen a ser el caso cuantitativo que está relacionado como su propio nombre lo dice a resultados medibles, el cualitativo que es de tipo inductivo y se basa en hipótesis y la mixta está considerada como la combinación de los dos casos anteriores. Por otro lado (Ñaupas, y otros, 2014) considera la división de los tipos de investigación por el criterio en un tipo de investigación básica, está definida por aquella investigación en la que se crean nuevas teorías que aportan conocimientos en base a leyes y principios. Por otro lado, tenemos el tipo de investigación aplicada o tecnológica es aquella que da respuesta o una solución acertada a un problema detectado en base a teorías generales en un determinado tiempo.

En base a los conceptos antes mencionados la presente investigación por el enfoque es de tipo cuantitativo ya que se obtendrán datos numéricos de las probetas en cuanto a sus propiedades físico-mecánicas en estado fresco y propiedades mecánicas en estado endurecido permitiéndose analizar los resultados en base a datos cuantificables. Y por el propósito es de naturaleza de tipo aplicada ya que una vez identificado el problema se realizan estudios para actuar, trabajar o modificar y en nuestro caso se producirá un concreto poroso de $f_c=175\text{kg/cm}^2$ con toba volcánica para analizar las propiedades físicas y mecánicas para pavimento rígido poniendo en práctica los conocimientos aprendidos en base a las normativas.

3.1.2 Nivel de investigación

Para (HERNANDEZ, 2010), la investigación cuantitativa posee alcances de tipo exploratorio, definidos como aquellas investigaciones que preparan el terreno para nuevos estudios, de tipo descriptivo son aquellos que miden conceptos y definen variables, los correlacionales, son los que relacionan las variables y permiten predicciones y finalmente las explicativas son las que guardan la relación causa-efecto entre sus variables, son de carácter estructurado. Con todo a lo anteriormente mencionado en cuanto a las definiciones del autor la siguiente investigación está definida por el nivel explicativo ya que teniendo como variable independiente a la toba volcánica en concreto $f_c=175\text{kg/cm}^2$ en diferentes porcentajes podremos determinar las propiedades tanto físicas como mecánicas del concreto poroso para los pavimentos rígidos.

3.1.3 Diseño de investigación

Para (Hernandez, y otros, 2018) el diseño de investigación está dado por dos tipos uno de nivel experimental, cuya definición se refiere a la investigación donde se realiza la manipulación de las variables, se realiza la medición de variables y control y validez de datos, en cambio en el nivel no experimental no se manipulan datos y se recoleccionan datos en un único momento.

De acuerdo a las definiciones anteriores nuestra investigación presenta un diseño de tipo experimental debido a que en ella manipularemos la variable independiente que en este caso vendría a ser las diferentes dosificaciones de toba volcánica en la mezcla para poder evaluar las propiedades físicas y mecánicas en el concreto y así lograr una adecuada función en los pavimentos rígidos.

Y de tipo cuasiexperimental, ya que analizaremos la influencia que se tiene en el campo de estudio.

3.2 Variables y operacionalización

3.2.1 Variables

Variable independiente: TOBA VOLCÁNICA.

Definición conceptual: La toba volcánica viene a ser un material de naturaleza puzolánica, ligera, de consistencia porosa formada a partir de cenizas volcánicas

(Zambrano,Francisco;Robles Rodolfo, 2021),las cuales deberán ser añadidas en diferentes porcentajes al concreto poroso cuya principal función es la de tener un alto porcentaje de porosidad capaz de filtrar agua al subsuelo y de una eficaz capacidad portante capaz de soportar un tráfico determinado(ACI552R-10,2010).

Variable dependiente: PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO FC=175 KG/CM2 EN PAVIMENTO RÍGIDO.

Definición conceptual: Una vez se tenga el diseño de mezcla óptimo se procederá a preparar la pasta de concreto poroso para los ensayos respectivos, las propiedades físicas se obtendrán de la pasta en estado fresco y manejable, se obtendrán resultados de permeabilidad, densidad y trabajabilidad acorde a la normativa (Norma OS.060, 2004).

Las propiedades mecánicas del concreto se dieron en base a la adición de puzolana en dosificaciones distintas de 0%,5%,10% y 15%, de las cuales se obtuvieron 3 muestras por cada dosificación y para diferentes edades las cuales serán ensayadas en procesos a resistencia a compresión y flexión.

3.2.2 Matriz de operacionalización de variables

Ver anexo 01

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

La población en esta investigación viene dada por el conjunto de probetas. (Hernandez, 2012) nos indica que “La población o universo es el sistema que contiene todos los casos que trabajan en relación a determinadas especificaciones” (p.174). Para este caso tendremos una población de tipo infinito ya que no hay ninguna norma que nos indique el número de probetas a desarrollar para poder interpretar y analizar las propiedades existentes del concreto permeable. Nuestra población viene dada por la producción de concreto poroso de 175 kg/cm² en la ciudad del Cusco plasmadas en probetas para su análisis y así finalmente puedan ser aplicados en pavimentos rígidos.

3.3.2 Muestra

Se conceptualiza como el “grupo que se deriva de la población en el que recaba datos los cuales deben ser en representación a esta” (Hernandez, 2012).Lo antes

mencionado nos indica que la muestra son los grupos que parten de la población los cuales deben poseer características singulares. En este trabajo tomaremos muestras en base a concreto poroso de 175 kg/cm representadas con una cantidad de 76 testigos, las cuales están distribuidas de la siguiente forma en las tablas que a continuación se presentan.

DESCRIPCIÓN	Ensayo de compresión en muestras cilíndricas	Tiempo de curado
Muestras patrón	9	7,14 y 28.
Muestras con adición de 5% de toba volcánica	9	7,14 y 28.
Muestras con adición de 10 % de toba volcánica	9	7,14 y 28.
Muestras con adición de 15% de toba volcánica	9	7,14 y 28.
TOTAL	36	

Tabla 1. Cantidad de muestras para ensayo de compresión axial

DESCRIPCIÓN	Ensayo de flexión en muestras tipo viga	Tiempo de curado
Muestras patrón	6	7 y 28.
Muestras con adición de 5% de toba volcánica	6	7 y 28.
Muestras con adición de 10 % de toba volcánica	6	7 y 28.
Muestras con adición de 15% de toba volcánica	6	7 y 28.
TOTAL	24	

Tabla 2. Cantidad de muestras para ensayo de flexión axial

DESCRIPCIÓN	Ensayo de permeabilidad normado por el ACI 522-R
Muestras patrón	1
Muestras con adición de 5% de toba volcánica	1
Muestras con adición de 10 % de toba volcánica	1
Muestras con adición de 15% de toba volcánica	1
Total	4

Tabla 3. Cantidad de muestras para ensayo de permeabilidad.

DESCRIPCIÓN	Contenido de vacíos
Muestras patrón	3
Muestras con adición de 5% de toba volcánica	3
Muestras con adición de 10 % de toba volcánica	3
Muestras con adición de 15% de toba volcánica	3

TOTAL: 12

Tabla 4. Cantidad de muestras para ensayo de contenido de vacíos.

3.3.3 Muestreo

La definición del muestreo se basa en elegir una parte del todo, para estudiar alguna característica específica. (ARIAS, 2012 pag.111). Siendo la muestra no aleatoria y teniendo como base la cantidad de muestras que serán ensayadas tomadas de la población total, en esta investigación se considera que un número de las muestras contendrán porcentajes distintos de toba volcánica y las otras serán las muestras patrones sin adiciones, las cuales serán sometidas todas a ensayos para comparar sus resistencias a compresión, flexión y permeabilidad.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnica de investigación

Se refiere al conjunto de acciones y planes previamente establecidos para recolectar información útil en una investigación. Se utilizará una técnica en la cual se apuntarán datos, ensayos en laboratorio e interpretación de resultados (ARIAS, 2012 pag.111 pág. pag.54). En el presente estudio usaremos el método de la observación para de esta forma conseguir los datos correctos, siendo un diseño de tipo experimental, podremos medir mediante la observación y así entender las causas y consecuencias.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

(Fidias, 1999) Son todos aquellos recursos de los que se valdrá el investigador para recolectar datos exactos sobre los objetivos de nuestra investigación. En nuestra investigación utilizaremos las diferentes fichas de registro de datos, equipos, herramientas del laboratorio y los programas en computadora para procesar los datos.

A continuación, las fichas técnicas que se usaran en la presente investigación son las siguientes:

Ficha técnica N.º 1: Resistencia a la compresión (anexo 03)

Ficha técnica N.º 2: Resistencia a la flexión (anexo 04)

Ficha técnica N.º 3: Permeabilidad (anexo 05)

Ficha técnica N.º 4: Contenido de vacíos (anexo 06)

3.4.2.1 Validez

Según (Research protocol VII. Validity and reliability of the measurements, 2018) el término validez se refiere a todo aquello que se acerca a la verdad y es carente de errores. Se dice también que para que existe mayor validez en la investigación será necesario cuantificar las diferentes mediciones en el campo estadístico.

El análisis y evaluación de (03) expertos con alta experiencia demostrara la confiabilidad de nuestros estudios de investigación. Todo esto será validado con los certificados que nos proporcionen dichos expertos y cuya calificación se dará a través de la siguiente tabla:

CRITERIOS DE VALIDACIÓN	
NULA	<i>>0.53</i>
BAJA	<i>0.54-0.59</i>
VALIDA	<i>0.66-0.71</i>
MUY VALIDA	<i>0.66-0.71</i>
EXELENTE	<i>0.72-0.99</i>
PERFECTA	<i>1</i>

Tabla 5. Criterios de validación

Los expertos para la validación de fichas técnicas son:

- Experto N° 01: Ing. Khorina Quispe Lozano, CIP 119812.
- Experto N° 02: Ing. Max Pulitzer Camacho Tello, CIP 115101.
- Experto N° 03: Ing. Ian Junius Pérez Cernades, CIP 102654.

3.4.2.2 Confiabilidad

(Research protocol VII. Validity and reliability of the measurements, 2018) define a la confiabilidad cuando los resultados de una investigación poseen un alto grado de validez es decir cuando no existen sesgos, esto indica que si una escala tiene funcionalidad y es consistente se llega a la conclusión de que esta es confiable. En el caso de nuestra investigación esta estará sustentada por los certificados de calibración de los equipos en laboratorio que serán usadas en cada una de las pruebas, siendo estos ensayos llevados a cabo por alguien que conozca la materia y

las diferentes normas ASTM en los que nos vamos a basar y a continuación se presentan:

- ✓ Maquina digital para ensayos de concreto a compresión (Anexo 8).
- ✓ Dispositivo para ensayos de vigas a flexión (Anexo 9)

3.5. Procedimientos

Considerando un problema existente en el lugar en el que se llevara a cabo la investigación, se decidió hacer un estudio profundo de las variables que entran en juego para poder llegar a una solución que beneficie a la población, por lo que se propone un tipo de concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ con 3 diferentes dosificaciones de toba volcánica para usarlo en los pavimentos rígidos, así seguidamente se planteó en forma enumerada los siguientes procedimientos:

Etapa I: Elección y extracción de las canteras de los agregados pétreos en este caso la toba volcánica y el agregado grueso

Etapa II: Caracterización de los materiales

- ✓ Prueba granulométrica
- ✓ Ensayo para determinar el peso unitario
- ✓ Contenido de humedad
- ✓ Peso específico de los agregados gruesos

Etapa III: Inicio del diseño de mezcla basada en el método ACI 211 en la elaboración del concreto.

- ✓ Mezcla con toba volcánica como agregado grueso.
- ✓ Preparación de la mezcla de concreto.
- ✓ Adición de la toba volcánica.

Etapa IV: Trabajos en laboratorio para las determinar las propiedades físicas y mecánicas

- ✓ Permeabilidad ACI 522R-10
- ✓ Densidad ASTM C-C138
- ✓ Contenido de vacíos ASTM 1754
- ✓ Coeficiente de permeabilidad(permeámetro)
- ✓ Resistencia a la compresión (NTP 339.034)
- ✓ Resistencia a la flexión (NTP 339.078)

Etapa V: Resultados

Determinar las propiedades mecánicas del concreto poroso

Propiedades físicas del concreto
Porcentaje óptimo de la toba volcánica

3.5.1 Desarrollo del procedimiento

✓ **Etapa I: Elección y extracción de las canteras de los agregados pétreos en este caso la toba volcánica y el agregado grueso**

Está conformado principalmente por los materiales e insumos que se determinaron y eligieron para el presente estudio, para el cumplimiento de este punto se ubicaron las canteras y centros de venta de dichos materiales, para el caso de la toba volcánica esta se obtuvo de la cantera San Sebastián -Santo Tomas y el agregado grueso se obtuvo de la cantera 3 fronteras del sector de Zurite , de la misma forma se adquirió también el cemento y el aditivo que en este caso se usó para el diseño de mezcla, y una vez adquirido dichos materiales estos fueron llevados al laboratorio donde se llevaron a cabo los procesos necesarios y todos los ensayos ,haciendo mención a cada uno de los materiales que se acopio :

Cemento: CEMENTO SOL Tipo I, de fraguado normal.

- Agregado grueso (piedra de 3/4"): el cual se adquirió de la cantera 3 fronteras del distrito de Zurite.
- Toba volcánica: La cual se extrajo de la cantera de San Sebastián-Santo Tomas (Cusco).

Para la recolección de la toba volcánica nos dirigimos al distrito de Santo Tomas en Cusco, una vez habiendo llegado a la plaza principal de este distrito nos fuimos en dirección a la cantera de San Sebastián, lugar del cual se extrajo el material conocido por los pobladores como sillar, donde se encontró el material en pedazos fragmentados en la zona aledaña a la cantera, siendo estos fragmentos desperdicios por lo cual no tuvo costo y se utilizara material de reciclaje. Una vez se trajo el material se procedió a chancar las rocas con ayuda de un combo para obtener tamaños regulares a $\frac{3}{4}$ ", después de esto se llevó el material al laboratorio para poder realizar los ensayos respectivos.



Figura 1. Extracción de los agregados pétreos de las canteras.

Fuente: Elaboración propia



Figura 1. Selección del material en uso



Figura 2.Chancado de agregado



Figura 3.Obtención del cemento



Figura 4. Obtención de la toba volcánica

✓ Etapa II: Caracterización de los Materiales

Se refiere a la obtención de las características físicas de los materiales para luego ser usados de manera efectiva en el diseño de mezcla acorde al método del ACI 211 3R-2.

Caracterización de agregados (NTP -339.128-ASTM)	
<i>Análisis granulométrico agregado grueso</i>	<i>MTC E 204 -2016</i>
<i>Peso específico</i>	<i>MTC E 206 -2016</i>
<i>Peso unitario suelto</i>	<i>MTC E 203 -2016</i>
<i>Peso unitario compactado</i>	<i>MTC E 203 -2016</i>
<i>Porcentaje de absorción</i>	<i>MTC E 206 -2016</i>
<i>Abrasión los ángeles al desgaste</i>	<i>MTC E 207 -2016</i>
<i>Diseño de mezcla</i>	<i>ACI 522 R-10</i>

Tabla 6. Lista de procedimientos a hacerse para la caracterización de agregados

- a) Análisis granulométrico por tamizado MTC 204 – 2016: El agregado grueso debe ser de una granulometría conformada dentro de los límites que existen en las Normas NTP 400.037 o la ASTM C33. Los agregados fueron extraídos de la cantera situada

en las afueras de la ciudad del Cusco, Cantera-Zurite, para lo cual se tomó en cuenta los siguientes equipos: Balanzas de aproximadamente 0.1 y 0.5 gr., también se usó un horno y los tamices de distintas mallas como: 3/4, 1/2, N°04, N°08, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 Y una cazuela.

A continuación se realizaron los ensayos determinados para obtener así resultados para sus características, con el propósito de adquirir un adecuado diseño de mezcla basado en algunas recomendaciones, para esta investigación se estableció el uso de agregado grueso y toba volcánica de 1/2".



Figura 5. Ensayo de granulometría para los agregados

A continuación, se tienen los resultados:

Tabla 7. Granulometría del agregado grueso

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO								
Muestra inicial	1140.0 gr	Muestra lavada y secada	1131.0	Peso Recipiente	0.0 gr	HUSO 67		
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%RETENIDO ACUMULAD	%PASA	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
1 1/2	37.500	0.0	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
1	25.000	0.0	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
3/4	19.000	22.0	22.00	1.93%	1.93%	98.07%	90%	100%
1/2	12.500	350.0	350.00	30.70%	32.63%	67.37%	60%	90%
3/8	9.500	460.0	460.00	40.35%	72.98%	27.02%	20%	55%
N° 4	4.750	267.0	267.00	23.42%	96.40%	3.60%	0%	10%
N° 8	2.360	28.0	28.00	2.46%	98.86%	1.14%	0%	5%
N° 16	1.180	0.0	0.00	0.00%	98.86%	1.14%	0%	3%
N° 50	0.300	0.0	0.00	0.00%	98.86%	1.14%	0%	1%
N°200	0.075	0.0	0.00	0.00%	98.86%	1.14%		
Cazuela		0.0	13.00	1.14%	100.00%			
TOTAL		1127.0	1140.0	100%				
Módulo de Fineza =		6.66						

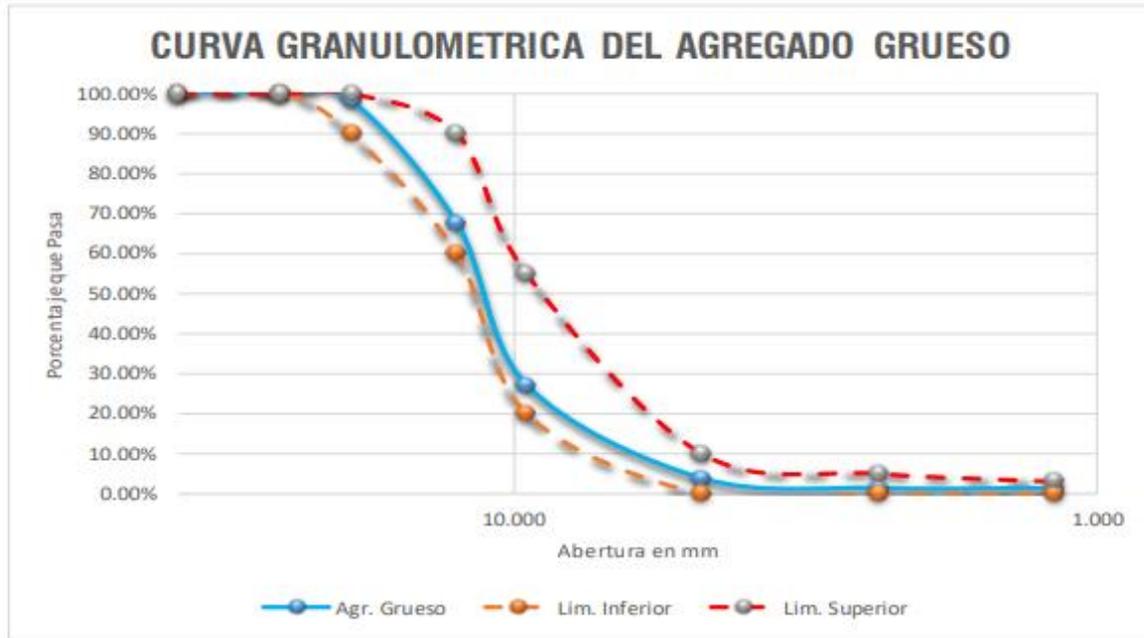


Figura 6. Curva granulométrica del agregado grueso.

Tabla 8. Granulometría de la toba volcánica

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO									
Muestra inicial	1100.0 gr	Muestra lavada y secada			1131.0	Peso Recipiente	0.0 gr	HUSO 67	
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%RETENIDO ACUMULAD	%PASA	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	
1 1/2	37.500	0.0	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%	
1	25.000	0.0	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%	
3/4	19.000	19.0	19.00	1.73%	1.73%	98.27%	90%	100%	
1/2	12.500	339.0	339.00	30.82%	32.55%	67.45%	60%	90%	
3/8	9.500	458.0	458.00	41.64%	74.18%	25.82%	20%	55%	
Nº 4	4.750	273.0	273.00	24.82%	99.00%	1.00%	0%	10%	
Nº 8	2.360	31.0	31.00	2.82%	101.82%	-1.82%	0%	5%	
Nº 16	1.180	0.0	0.00	0.00%	101.82%	-1.82%	0%	3%	
Nº 50	0.300	0.0	0.00	0.00%	101.82%	-1.82%	0%	1%	
Nº 200	0.075	0.0	0.00	0.00%	101.82%	-1.82%			
Cazuela		0.0	-20.00	-1.82%	100.00%				
TOTAL		1120.0	1100.0	100%					

Módulo de Fineza = 6.84

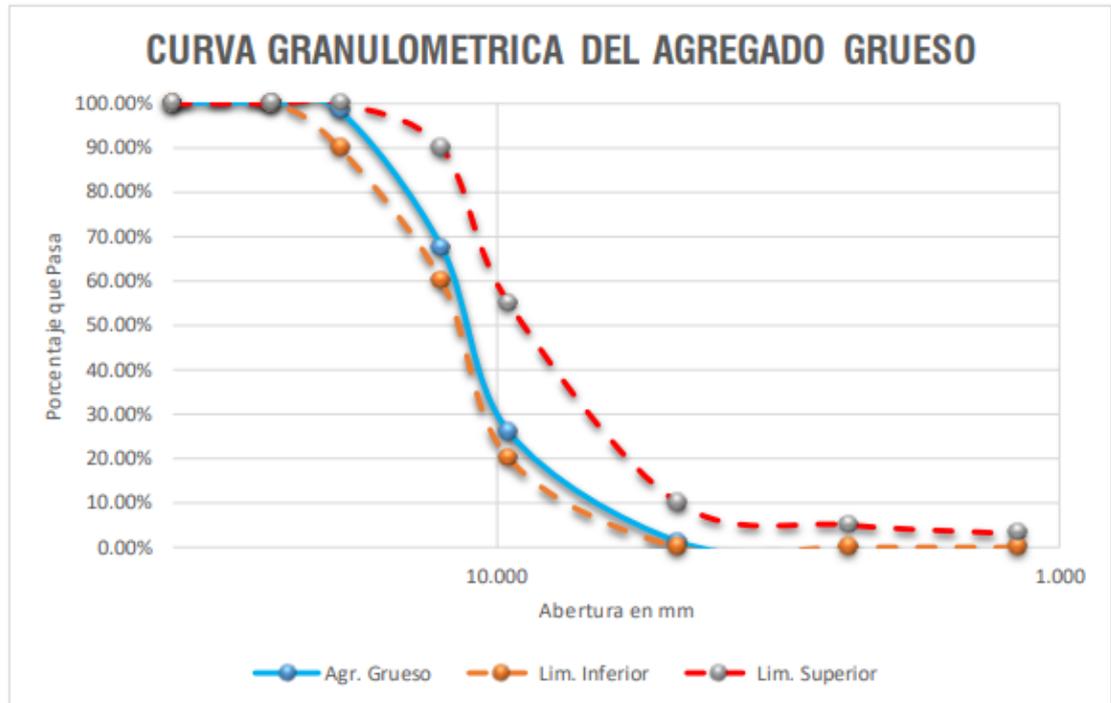


Figura 7. Curva granulométrica toba volcánica

b) Peso unitario suelto, compactado y vacíos del agregado grueso MTC E 203 – 2016:

Se realizó el registro del peso del molde para luego con apoyo de pala cuchara se procedió a llenar hasta superar una altura mayor de 2" del molde y con una regla realizó el enrazado del excedente.

Finalizado nuevamente se pesa el molde más el agregado y se registra los valores.

PESO UNITARIO SUELTO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO		
DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Peso del Molde (gr)	4813	4813
Peso del Molde + Muestra Suelta (gr)	18932.0	18933.0
Peso de la Muestra Suelta (gr)	14119	14120
Volumen del Molde (cm ³)	9438.95	9438.95
Peso Unitario Suelto (gr/cm ³)	1.496	1.496
Peso Especifico (kg/m ³)	2634.538	2634.538
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1495.823	1495.929
Porcentaje de Vacíos	43.22%	43.22%

Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1495.876
Porcentaje de Vacíos	43.22%

Tabla 9. Peso unitario suelto y vacíos del agregado grueso.

PESO UNITARIO VARILLADO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO		
DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Número de Capas	3	3
Número de Golpes	25	25
Peso del Molde (gr)	4813	4813
Peso del Molde + Muestra Varillada (gr)	19390.0	19392.0
Peso de la Muestra Varillada (gr)	14577	14579
Volumen del Molde (cm ³)	9438.95	9438.95
Peso Unitario Varillado (gr/cm ³)	1.544	1.545
Peso Especifico (kg/m ³)	2634.538	2634.538
Peso Unitario Varillado (kg/m ³)	1544.35	1544.56
Porcentaje de Vacíos	41.38%	41.37%

Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1544.45
Porcentaje de Vacíos	41.38%

Tabla 10. Peso unitario varillado y vacíos del agregado grueso

PESO UNITARIO SUELTO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO		
DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Peso del Molde (gr)	4817	4817
Peso del Molde + Muestra Suelta (gr)	10984.0	10985.0
Peso de la Muestra Suelta (gr)	6167	6168
Volumen del Molde (cm ³)	9438.95	9438.95
Peso Unitario Suelto (gr/cm ³)	0.653	0.653
Peso Especifico (kg/m ³)	1514.042	1514.042
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	653.357	653.463
Porcentaje de Vacíos	56.85%	56.84%

Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	653.410
Porcentaje de Vacíos	56.84%

Tabla 11. Peso unitario suelto y vacíos de la toba volcánica

PESO UNITARIO VARILLADO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO		
DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Número de Capas	3	3
Número de Golpes	25	25
Peso del Molde (gr)	4817	4817
Peso del Molde + Muestra Varillada (gr)	11849.0	11850.0
Peso de la Muestra Varillada (gr)	7032	7033
Volumen del Molde (cm3)	9438.95	9438.95
Peso Unitario Varillado (gr/cm3)	0.745	0.745
Peso Específico (kg/m3)	1514.042	1514.042
Peso Unitario Varillado (kg/m3)	745.00	745.10
Porcentaje de Vacíos	50.79%	50.79%
Peso Unitario Suelto (kg/m3)		
	745.05	
Porcentaje de Vacíos		
	50.79%	

- c) Peso específico y absorción del agregado, Esta prueba se realiza para hallar los valores de variación de peso del agregado debido a la absorción de agua y determinar el peso específico seco de los agregados. En tal sentido se empleó equipos como: balanza de aproximación de 0.1gr, fiola con una capacidad de 500 cm³, molde cónico obteniendo los resultados siguientes:

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO (MTC E 206)	
DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01
Peso de la canastilla sumergida (gr)	728
Peso de la Muestra Seca (gr)	1968
Peso de la canastilla + muestra sumergida (gr)	1981
Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (gr)	2000
Peso del Agua Absorbida (gr)	32
Peso Especifico (gr/cm3)	2.63
Capacidad de Absorción (%)	1.63%

Tabla 12. **Peso específico y absorción del agregado grueso**

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO (MTC E 206)	
DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01
Peso de la canastilla sumergida (gr)	728
Peso de la Muestra Seca (gr)	2480
Peso de la canastilla + muestra sumergida (gr)	1960
Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (gr)	2870
Peso del Agua Absorbida (gr)	390
Peso Especifico (gr/cm3)	1.51
Capacidad de Absorción (%)	15.73%

Tabla 13. **Peso específico y absorción de la toba volcánica**

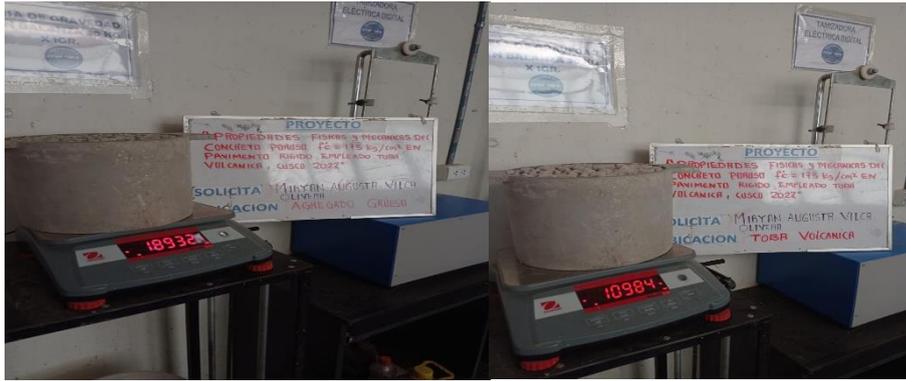


Figura 8. Determinación del peso del agregado

RESUMEN DE VALORES DE ENSAYO

Agregado Grueso		
Tamaño Máximo Nominal	1/2	"
Peso específico	2.63	gr/cm ³
Peso unitario suelto	1495.88	Kg/m ³
Peso unitario compactado	1544.45	Kg/m ³
Porcentaje de Absorción	1.63	%
Porcentaje de Humedad	0.09	%
Abrasión los ángeles al desgaste	7.38	%

Tabla 14. Resumen de valores del ensayo para el agregado grueso

Toba Volcánica		
Tamaño Máximo Nominal	1/2	"
Peso específico	1.51	gr/cm ³
Peso unitario suelto	653.4	Kg/m ³
Peso unitario compactado	745.05	Kg/m ³
Porcentaje de Absorción	15.7	%
Abrasión los ángeles al desgaste	35.26	%

Tabla 15. Resumen de valores del ensayo para la toba volcánica

d) Diseño de mezcla (ACI 522 R-10)

Una vez terminado el análisis para la caracterización de los agregados, se realizaron distintos diseños de mezcla con el fin de hallar el óptimo, para el tipo de concreto estudiado, mencionando principalmente que en cada dosificación se colocó distintos porcentajes de aditivo superplastificante para finalmente dar con la dosificación buscada y plasmada a continuación en los siguientes resultados:

DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO CON RESISTENCIA A LA COMPRESION DE 175 kg/cm2

DATOS		
fcr	175	kg/cm2
Factor de seguridad	15	kg/cm2
fcr (Diseño)	190	kg/cm2

CEMENTO PORTLAND		
Peso específico	3.12	gr/cm3

DATOS DE DISEÑO DEL AGREGADO GRUESO		
Tamaño máximo nominal	1/2	"
Peso específico	2634.54	kg/m3
Peso unitario suelto	1495.88	kg/m3
Peso unitario compactado	1544.45	kg/m3
Absorción	1.63	%
Humedad	0.09	%

ROCESAMIENTO		
Asentamiento	0	Pulgadas
Volumen unitario de agua	127	Lt/m3
Contenido de aire	17	%
Relación a/c	0.35	
Factor cemento	362.54	kg/m3
# de bolsas	8.53	bolsas
Contenido agregado grueso	0.590	
Peso agregado grueso	911.23	kg/m3

VOLUMEN ABSOLUTOS		
Contenido de Vacíos	17	%
Contenido de Pasta	0.240	m3
Agregado grueso	0.590	m3

$$\text{Volumen de la pasta} = \text{Volumen del cemento} + \text{Volumen del agua}$$

VOLUMEN DE LA PASTA		
Contenido de Cemento	362.538	kg
Contenido de Agua	126.888	Lt

VALORES DE DISEÑO / M3		
Cemento	362.54	kg
Agua	126.89	Lt
Agregado grueso seco	911.23	kg

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
Cemento	362.54	kg/m3
Agua	140.88	Lt/m3
Agregado grueso húmedo	912.05	kg/m3

Figura 9. Diseño del concreto con resistencias

CANTIDAD DE MATERIALES Y PROPORCION				
Materiales	Cantidad /m3	Proporción en Volumen por bolsa	Proporción en volumen para 1 m3	Dosificación en Baldes (20 Litros)
Cemento	362.54 Kg	1.00 Bolsa	8.530 bolsas	1.0 Bolsa
Agua	140.88 L	16.52 Lt	0.141 m3	0.8 Baldes
Agr. Grueso	912.05 Kg	2.52 pie3	0.610 m3	3.5 Baldes

Tabla 16. Proporción de materiales en volumen.

DOSIFICACION PARA BRIQUETAS			
Materiales	Cantidad /m3	Proporción para 1 Probeta	Proporción de Vacío
Cemento	362.54 Kg	1.922 Kg	80.72 Kg
Agua	140.88 L	0.747 L	31.37 kg
Agr. Grueso	912.05 Kg	4.835 Kg	203.08 kg
Aditivo Sikacem	4265.15 MI	22.611 MI	791.40 g

Tabla 17. Proporción para las briquetas

✓ **Eta III: Elaboración de especímenes**

Una vez ya se tenga las cantidades precisas de los agregados a usar conjuntamente con los otros materiales se procede a la elaboración de las muestras, para ello se hizo uso de una mezcladora de concreto en donde se hizo la mezcla y preparación, para las dosificaciones diferentes ,0% patron,5%,10% y 15% de adición de toba

volcánica, para dicho procedimiento se contó con una balanza, una mezcladora trompo, baldes, medidora de agua y un bugui.

Materiales a usar en las muestras de concreto

- Cemento Sol Tipo I.
- Agregado grueso (piedra de 1/2") lugar de acopio cantera 3 fronteras-Zurite.
- Agua potable.
- Toba volcánica en tamaños de 1/2".
- Aditivo superplastificante SIKAMENT TM 550.

Pasos para la elaboración de concreto

Se efectuó la preparación del concreto con las proporciones que contenía el diseño de mezcla, para todos los concretos de las 4 dosificaciones presentadas. Para seguir este paso se prosiguió a pesar los materiales y calcular las cantidades de agua para cada uno.



Figura 10. Peso de los insumos según dosificación



Figura 11. Elaboración de la pasta en la mezcladora

a) Fabricación de muestras

Se realizaron las muestras para los diferentes ensayos mencionados, para lo cual se usaron moldes siguiendo las bases de las normas existentes tanto para las muestras cilíndricas como las prismáticas. Se usaron moldes para viguetas y cilindros de concreto.

Elaboración de muestras cilíndricas

Se prepararon moldes para los especímenes de 6" x 12", una vez obtenida la mezcla y ya puesta en la carretilla se prosiguió con el llenado de contenido en los moldes hasta un tercio de la altura, se hizo la compactación mediante 25 golpes verticales para así de esta forma eliminar los vacíos y así se continuo hasta terminar con todas las muestras que se requería.

Elaboración de viguetas

Dichos moldes fueron de acero, con medidas de 6" x 6" x 21", de la misma forma se descargó la mezcla de la carretilla en los moldes hasta la mitad, se realizó la compactación y nivelación con una varilla de acero, en este caso se dieron 56 golpes de manera uniformizada usando un mazo de goma, y así se hizo lo mismo con cada una de las muestras que se requería.



Figura 12. Elaboración de especímenes cilíndricos y prismáticos.

✓ **Etapas IV: Ensayos de concreto en estado fresco**

Ensayos de asentamiento y medición de temperatura en base a las normas ASTM C1688 procedimientos necesarios para evaluar la trabajabilidad del concreto en base al siguiente cuadro de especificaciones.

Asentamiento	Asentamiento
	Sumamente
-	seco
Menor 2mm	Muy seco
0" - 1"	Seco
1" - 3"	Plástico seco
3" - 5"	Plástica
5" - 7 1/2"	Muy plástica

Figura 13

Fuente: Norma ASTM C1688

Teniendo, así como resultados los siguientes datos:

Concreto Patron			
MEDICION DE TEMPERATURA			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
TEMPERATURA (°C)	29.1	27.1	28.1

MEDICION DE ASENTAMIENTO			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
ASENTAMIENTO (Pulg)	0	0	0

Tabla 18. Asentamiento con 0% de toba volcánica

5% Concreto Patron			
MEDICION DE TEMPERATURA			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
TEMPERATURA (°C)	30.1	29.8	31.7

MEDICION DE ASENTAMIENTO			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
ASENTAMIENTO (Pulg)	0	0	0

Tabla 19 Asentamiento con 5% de toba volcánica

10% Concreto Patron			
MEDICION DE TEMPERATURA			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
TEMPERATURA (°C)	30.1	31.8	31.9

MEDICION DE ASENTAMIENTO			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
ASENTAMIENTO (Pulg)	0	0	0

Tabla 20. Asentamiento con 10% de toba volcánica

15% Concreto Patron			
MEDICION DE TEMPERATURA			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
TEMPERATURA (°C)	31.5	32.3	32.2

MEDICION DE ASENTAMIENTO			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
ASENTAMIENTO (Pulg)	0	0	0

Tabla 21. Asentamiento con 15% de toba volcánica



Figura 14. Medición de temperatura y asentamiento

1. Ensayo del peso unitario ASTM C-C138 y contenido de vacíos ASTM 1754 en base a las normativas mencionadas se tuvo resultados para cada dosificación. La investigación, presenta los valores de al análisis de los concretos que presentan los niveles de 0%, 5%, 10% y finalmente para el 15%, como se presenta a continuación:

PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
VOLUMEN	9438.95	9438.95	9438.95
PESO DEL MOLDE gr	4810	4810	4810
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr	23154	23164	23146
PESO UNITARIO gr/cm3	1.94	1.94	1.94
PROMEDIO PESO UNITARIO (gr/cm3)	1.94		

Tabla 22. Pruebas de peso unitario en concreto patrón

Fuente: procesamiento experimental

PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	9438.95	9438.95	9438.95
PESO DEL MOLDE gr	4810	4810	4810
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr	23379	23389	23371
PESO UNITARIO gr/cm3	1.97	1.97	1.97
PROMEDIO PESO UNITARIO (gr/cm3)	1.97		

Tabla 23. Ensayo de peso unitario del concreto fresco con 5% patrón

Fuente: procesamiento experimental

PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³	9438.95	9438.95	9438.95
PESO DEL MOLDE gr	4810	4810	4810
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr	23471	23481	23463
PESO UNITARIO gr/cm ³	1.98	1.98	1.98
PROMEDIO PESO UNITARIO (gr/cm ³)	1.98		

Tabla 24. Ensayo de peso unitario del concreto fresco en concreto con 10% patrón

Fuente: procesamiento experimental

PRUEBAS N°	PRUEBA 01		PRUEBA 02	PRUEBA 03
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³	9438.95		9438.95	9438.95
PESO DEL MOLDE gr	4810		4810	4810
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr	23561		23571	23553
PESO UNITARIO gr/cm ³	1.99		1.99	1.99
PROMEDIO PESO UNITARIO (gr/cm ³)	1.99			

Tabla 25. Ensayo de peso unitario del concreto fresco con 15% patrón

Fuente: procesamiento experimental

MEDICION DE CONTENIDO DE AIRE			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
Contenido de Aire	16%	16%	17%

Tabla 26. Medición de contenido de aire con 0% patrón

Fuente: procesamiento experimental

PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
Contenido de Aire	17%	18%	17%

Tabla 27. Medición de aire con 5% patrón

Fuente: procesamiento experimental

PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
Contenido de Aire	18%	17%	18%

Tabla 28. Medición de aire con 10% patrón

Fuente: procesamiento experimental

PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
Contenido de Aire	18%	17%	18%

Tabla 29. Medición de aire con 15% patrón

Fuente: procesamiento experimental



Figura 15. Determinación del peso unitario del concreto fresco

✓ Etapa V: Ensayos de concreto en estado endurecido

1. Ensayo de resistencia a compresión

Para determinar la resistencia a la compresión se llevó a cabo la elaboración de 36 testigos de concreto cilíndricos de 6" x 12", los cuales fueron ensayados a las edades de 7, 14 y 28 días con el propósito de evaluar las resistencias de estas para que de este modo puedan ser usadas en pavimentos rígidos, por cada edad de rotura se ensayaron 3, teniendo así los siguientes resultados:

N°	DESCRIPCION	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD (DÍAS)	DIAL CARG (kg-f)	AREA (cm ²)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA
		H	D	MOLDEO	ROTURA							
1	CONCRETO PATRON	30	15	14/04/2022	21/04/2022	7	22550	177	127,61	175	72,9	CORTE
2	CONCRETO PATRON	30	15	14/04/2022	21/04/2022	7	23348	177	132,13	175	75,5	CORTE
3	CONCRETO PATRON	30	15	14/04/2022	21/04/2022	7	23110	177	130,78	175	74,7	CORTE
4	CONCRETO PATRON	30	15	14/04/2022	28/04/2022	14	29228	177	165,4	175	94,5	CORTE
5	CONCRETO PATRON	30	15	14/04/2022	28/04/2022	14	28715	177	162,5	175	92,9	CORTE
6	CONCRETO PATRON	30	15	14/04/2022	28/04/2022	14	29057	177	164,43	175	94	CORTE
7	CONCRETO PATRON	30	15	14/04/2022	12/05/2022	28	31624	177	178,96	175	102,3	CORTE
8	CONCRETO PATRON	30	15	14/04/2022	12/05/2022	28	31250	177	176,84	175	101,1	CORTE
9	CONCRETO PATRON	30	15	14/04/2022	12/05/2022	28	31245	177	176,82	175	101	CORTE

Tabla 30. Valor de resistencia de la compresión en concreto patrón de 0% de toba volcánica

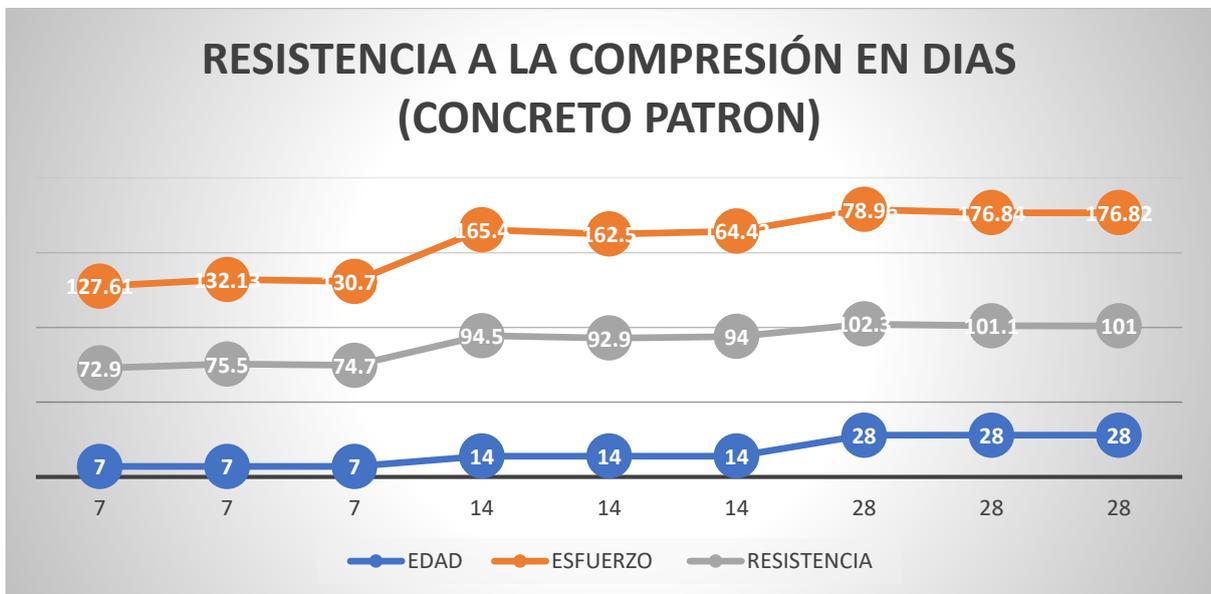


Figura 16. Resistencia a la compresión en días (concreto patrón)

N°	DESCRIPCION	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD (DÍAS)	DIAL CARG (kg-f)	AREA (cm ²)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA
		H	D	MOLDEO	ROTURA							
1	5% PATRON	30	15	14/04/2022	21/04/2022	7	21832	177	123,55	175	70,6	CORTE
2	5% PATRON	30	15	14/04/2022	21/04/2022	7	22176	177	125,49	175	71,7	CORTE
3	5% PATRON	30	15	14/04/2022	21/04/2022	7	22016	177	124,59	175	71,2	CORTE
4	5% PATRON	30	15	14/04/2022	28/04/2022	14	30014	177	169,85	175	97,1	CORTE
5	5% PATRON	30	15	14/04/2022	28/04/2022	14	29125	177	164,82	175	94,2	CORTE
6	5% PATRON	30	15	14/04/2022	28/04/2022	14	29026	177	164,26	175	93,9	CORTE
7	5% PATRON	30	15	14/04/2022	12/05/2022	28	31756	177	179,71	175	102,7	CORTE
8	5% PATRON	30	15	14/04/2022	12/05/2022	28	32156	177	181,97	175	104	CORTE
9	5% PATRON	30	15	14/04/2022	12/05/2022	28	31954	177	180,83	175	103,3	CORTE

Tabla 31. Resistencia a la compresión en días (concreto 5% patrón)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN DIAS (CONCRETO DE 5%)



Figura 17. Resistencia a la compresión en días (concreto 5% patrón)

N°	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL (kg-f)	AREA (cm ²)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTE (%)	TIPO DE FALLA
		H	D	MOLDEO	ROTURA							
1	10 % PATRON	30	15	14/04/2022	21/04/2022	7	24108	177	136,43	175	78	CORTE
2	10 % PATRON	30	15	14/04/2022	21/04/2022	7	23692	177	134,07	175	76,6	CORTE
3	10 % PATRON	30	15	14/04/2022	21/04/2022	7	23393	177	132,38	175	75,6	CORTE
4	10 % PATRON	30	15	14/04/2022	28/04/2022	14	5	177	174,07	175	99,5	CORTE
5	10 % PATRON	30	15	14/04/2022	28/04/2022	14	29689	177	168,01	175	96	CORTE
6	10 % PATRON	30	15	14/04/2022	28/04/2022	14	29891	177	169,15	175	96,7	CORTE
7	10 % PATRON	30	15	14/04/2022	12/05/2022	28	32259	177	182,55	175	104,3	CORTE
8	10 % PATRON	30	15	14/04/2022	12/05/2022	28	33311	177	188,51	175	107,7	CORTE
9	10 % PATRON	30	15	14/04/2022	12/05/2022	28	33787	177	191,2	175	109,3	CORTE

Tabla 32. Resistencia a la compresión en días (concreto 10% patrón)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN DIAS (CONCRETO DE 10%)

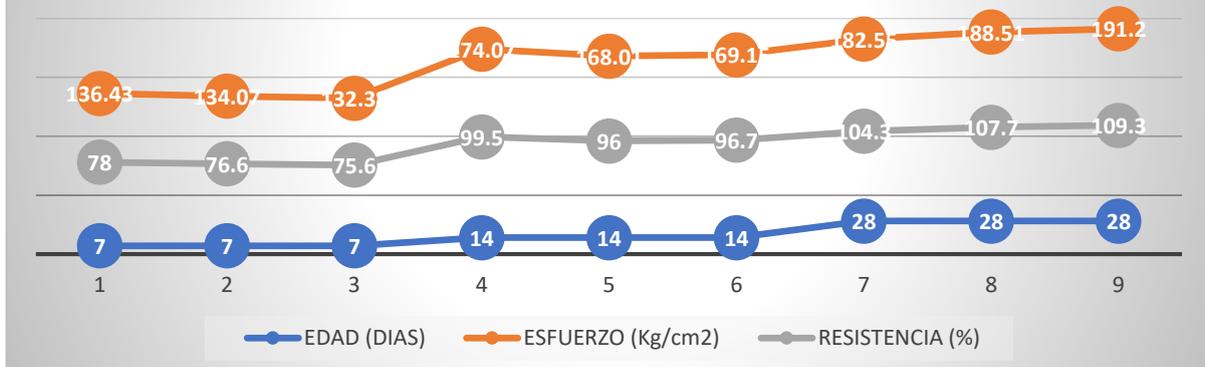


Figura 18. Resistencia a la compresión en días (concreto 10% patrón)

N°	DESCRIPCION	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (kg-f)	AREA (cm2)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DISEÑO (Kg/cm2)	RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA
		H	D	MOLDEO	ROTURA							
1	15 % PATRON	30	15	14/04/2022	21/04/2022	7	19396	177	109.76	175	62.7	CORTE
2	15 % PATRON	30	15	14/04/2022	21/04/2022	7	18846	177	106.65	175	60.9	CORTE
3	15 % PATRON	30	15	14/04/2022	21/04/2022	7	19683	177	111.39	175	63.6	CORTE
4	15 % PATRON	30	15	14/04/2022	28/04/2022	14	29246	177	165.50	175	94.6	CORTE
5	15 % PATRON	30	15	14/04/2022	28/04/2022	14	27866	177	157.69	175	90.1	CORTE
6	15 % PATRON	30	15	14/04/2022	28/04/2022	14	28246	177	159.84	175	91.3	CORTE
7	15 % PATRON	30	15	14/04/2022	12/05/2022	28	32345	177	183.04	175	104.6	CORTE
8	15 % PATRON	30	15	14/04/2022	12/05/2022	28	32123	177	181.78	175	103.9	CORTE
9	15 % PATRON	30	15	14/04/2022	12/05/2022	28	33627	177	190.30	175	108.7	CORTE

Tabla 33. Resistencia a la compresión en días (concreto 15% patrón)

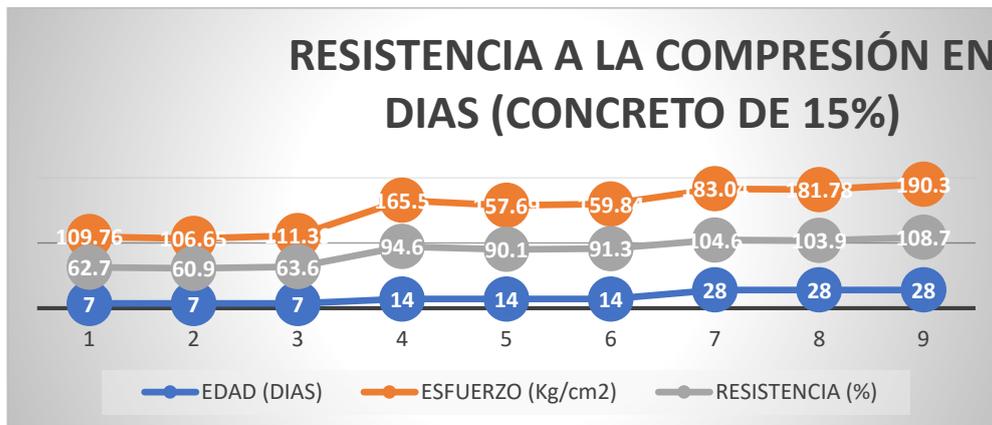


Figura 19. Resistencia a la compresión en días (concreto 15% patrón)



Figura 20. Resistencia a compresión

2. Ensayo de resistencia a Flexión

Este ensayo se llevó a cabo para determinar la incidencia de las distintas adiciones de toba volcánica para lo cual se elaboraron 24 viguetas de concreto de 6"x 6" x 21" las cuales fueron ensayadas a las edades de 7 y 28 días teniendo los siguientes resultados:

Nº	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)			D.A.*	FECHA		EDAD (DIA S)	DIAL CARG (Kg-f)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DISEÑO (Kg/cm2)	RESISTENCIA (%)	LUGAR DE FALLA
		H	A	L		MOLDEO	ROTURA						
1	CONCRETO PATRON	10	10	50	2.5	14/04/2022	21/04/2022	7	658	29.61	175	16.9	TERCIO CENTRAL
2	CONCRETO PATRON	10	10	50	2.5	14/04/2022	21/04/2022	7	699	31.46	175	18.0	TERCIO CENTRAL
3	CONCRETO PATRON	10	10	50	2.5	14/04/2022	12/05/2022	28	760	34.20	175	19.5	TERCIO CENTRAL
4	CONCRETO PATRON	10	10	50	2.5	14/04/2022	12/05/2022	28	845	38.03	175	21.7	TERCIO CENTRAL

Tabla 34. Resistencia a la flexión en 0% concreto patrón

Fuente: procesamiento experimental

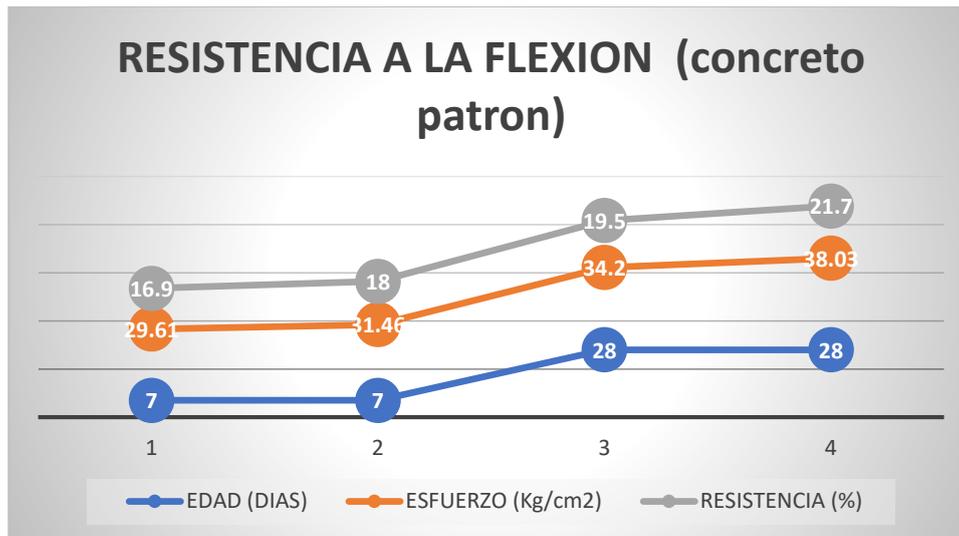


Figura 21. Resistencia a la flexión concreto patrón

Nº	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)			D.A.*	FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG	ESFUERZO	DISEÑO	RESISTENCIA A (%)	LUGAR DE FALLA
		H	A	L		(Kg-f)	(Kg/cm ²)		(Kg/cm ²)				
1	5% PATRON	10	10	50	2.5	14/04/2022	21/04/2022	7	689	31.01	175	17.7	TERCIO CENTRAL
2	5% PATRON	10	10	50	2.5	14/04/2022	21/04/2022	7	730	32.85	175	18.8	TERCIO CENTRAL
3	5% PATRON	10	10	50	2.5	14/04/2022	12/05/2022	28	792	35.64	175	20.4	TERCIO CENTRAL
4	5% PATRON	10	10	50	2.5	14/04/2022	12/05/2022	28	850	38.25	175	21.9	TERCIO CENTRAL

Tabla 35. Resistencia a la flexión en 5% concreto patrón

Fuente: procesamiento experimental

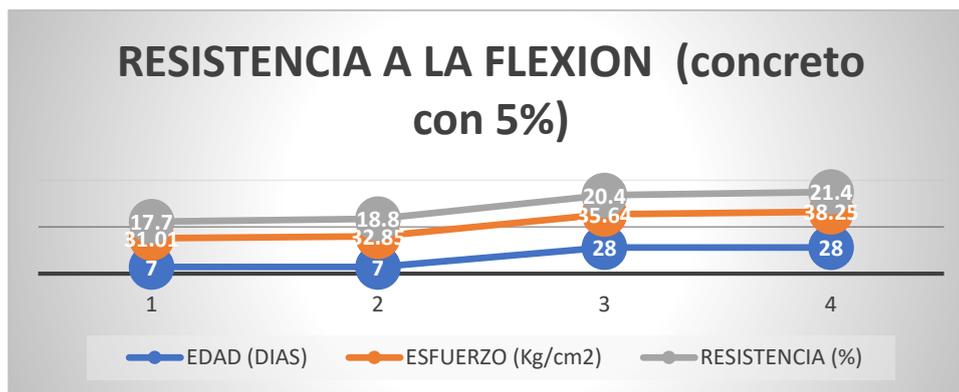


Figura 22. Resistencia a la flexión concreto al 5% de toba volcánica

Nº	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)			D.A.*	FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG	ESFUERZO	DISEÑO	RESISTENCIA A (%)	LUGAR DE FALLA
		H	A	L		(Kg-f)	(Kg/cm ²)		(Kg/cm ²)				
1	10 % PATRON	10	10	50	2.5	14/03/2022	21/03/2022	7	756	34.02	175	19.4	TERCIO CENTRAL
2	10 % PATRON	10	10	50	2.5	14/03/2022	21/03/2022	7	798	35.91	175	20.5	TERCIO CENTRAL
3	10 % PATRON	10	10	50	2.5	14/03/2022	11/04/2022	28	865	38.93	175	22.2	TERCIO CENTRAL
4	10 % PATRON	10	10	50	2.5	14/03/2022	11/04/2022	28	825	37.13	175	21.2	TERCIO CENTRAL

Tabla 36. Resistencia a la flexión en 10% concreto patrón

Fuente: procesamiento experimental

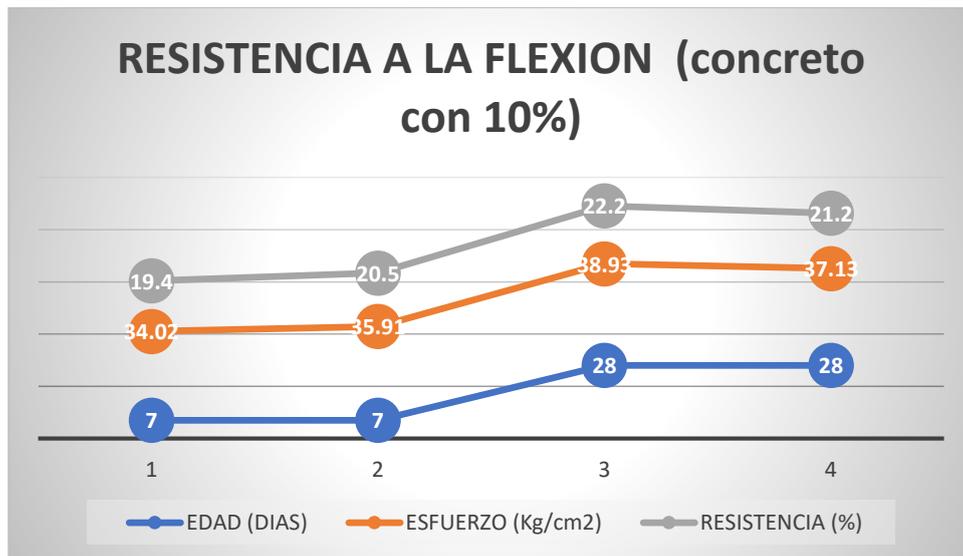


Figura 23. Resistencia a la flexión concreto al 10% de toba volcánica

Nº	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)			D.A.*	FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (Kg-f)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)	LUGAR DE FALLA
		H	A	L		MOLDEO	ROTURA						
1	15 % PATRON	10	10	50	2.5	14/04/2022	21/04/2022	7	735	33.08	175	18.9	
2	15 % PATRON	10	10	50	2.5	14/04/2022	21/04/2022	7	766	34.47	175	19.7	
3	15 % PATRON	10	10	50	2.5	14/04/2022	12/05/2022	28	803	36.14	175	20.6	TERCIO
4	15 % PATRON	10	10	50	2.5	14/04/2022	12/05/2022	28	791	35.60	175	20.3	TERCIO

Tabla 37. Resistencia a la flexión en 15% concreto patrón

Fuente: procesamiento experimental

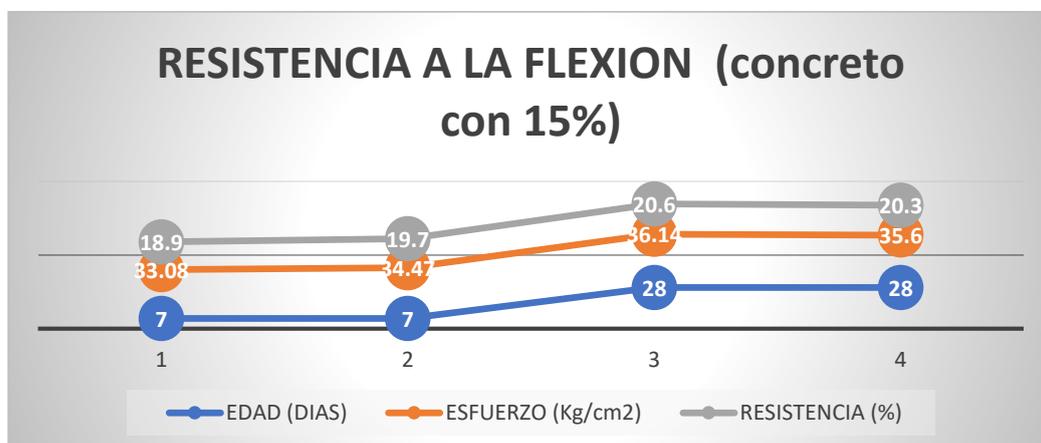


Figura 24. Resistencia a la flexión concreto al 15% de toba volcánica



Figura 25. Ensayo de resistencia a Flexión

Ensayo de permeabilidad

Para este ensayo se creó un permeámetro casero donde fueron colocadas las muestras cilíndricas establecidas para este ensayo obteniendo así datos con los cuales se calculó el coeficiente de permeabilidad basado en la ley de Darcy, mediante la siguiente formula y presentados en la tabla a continuación:

$$K = \frac{L}{t} * \frac{a}{A} * Ln * \frac{h_1}{h_2}$$

DONDE:

- K: Coeficiente de Permeabilidad (cm/seg)
- L: Longitud de la Muestra(cm)
- a: Area de la muestra(cm²)
- a: Area de la Tubería de Carga(cm²)
- t: Tiempo que tarda en pasar de h1 hasta h2
- h1: Altura de agua medida de la parte superior de la muestra(cm).
- h2: Altura de tubería de salida de agua (cm).

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD EN EL CONCRETO POROSO												
Diseño	Muestra	Edad(días)	(t) seg.	(L)cm.	(D)cm	(d) cm.	(A) cm ² .	(a) cm ² .	(h2)cm.	(h1) cm	(k)cm/s	(k)mm/s
PATRON	M-1	28	55	15.24	15.02	15.07	177.18	452.39	25	65	0.6760	6.7601
5% PATRON	M-2	28	50	15.22	15.06	14.98	178.13	452.39	25	65	0.7387	7.3870
10% PATRON	M-3	28	46	15.23	15.04	15.11	177.65	452.39	25	65	0.8056	8.0560
15% PATRON	M-4	28	40	15.24	15.05	14.99	177.89	452.39	25	65	0.9258	9.2581

Tabla 38. Resultados de permeabilidad

3.6. Método de análisis de datos

(ARIAS, 2012 pag.111)“En esta etapa se describen todas las operaciones que se llevaran a cabo en base a los datos alcanzados: clasificación, registro, tabulación y codificación”.

Para nuestra investigación tomaremos la estadística inferencial que consiste en hacer estudios a nuestros datos resultantes en la investigación utilizando pruebas de normalidad para seguidamente establecer el método de Pearson para la correlación y Tukey para definir la mejor tendencia , y seguidamente a partir de estas surjan nuestras conclusiones. Todos nuestros resultados de laboratorio serán analizados a través del programa Microsoft Excel, mediante el uso de tablas de comparación de resultados, gráficos de estadística en función a la variable independiente y sus dimensiones.

3.7. Aspectos éticos

Nuestra investigación está redactada cumpliendo los principios de veracidad y autenticidad existentes, en cada uno de los capítulos presentados se considera las teorías y conceptos que deben ir con su debida cita y detalladas en las referencias bibliográficas. Tomando en cuenta lo que nos dice la universidad se colca el título de la investigación, el autor de cada uno de los trabajos de estudio mencionados, año y los números de páginas de donde se extrajo la información, todo en función a la normativa ISO-690, recalcando también que el trabajo que se llevará a cabo en campo será solo de uso en el presente estudio

IV.RESULTADOS

Frente a la situación determinada como problema de estudio, se realizó un proceso experimental para analizar las propiedades físicas y mecánicas del concreto poroso; donde se busco mejorar su resistencia, durabilidad y funcionabilidad. Dicho proceso se llevó a cabo mediante la adición de la toba volcánica como elemento natural, bajo la suposición de que pueda mejorar la resistencia de dichos pavimentos frente a las lluvias usuales de la zona. El procedimiento consta de utilizar probetas en estado fresco para analizar las propiedades físico mecánico y por otro lado en estado endurecido para facilitar el análisis de las propiedades mecánicas; sobre el objeto de análisis del concreto poroso de $f_c=175\text{kg/cm}^2$, este último fue presentado en 3 diferentes dosificaciones de toba volcánica.

4.2.1. Indicador 01: DENSIDAD

En relación al objetivo específico 01: Calcular en qué medida la toba volcánica influye en la densidad del concreto poroso $f_c=175\text{ kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, Cusco-2022.

DENSIDAD		
TOLVA VOLCANICA	PROMEDIO	% DE CAMBIO GENERADO
0%	1.94	
5%	1.97	1.55%
10%	1.99	1.02%
15%	1.99	0.00%

Tabla 39.DATOS PARA DENSIDAD

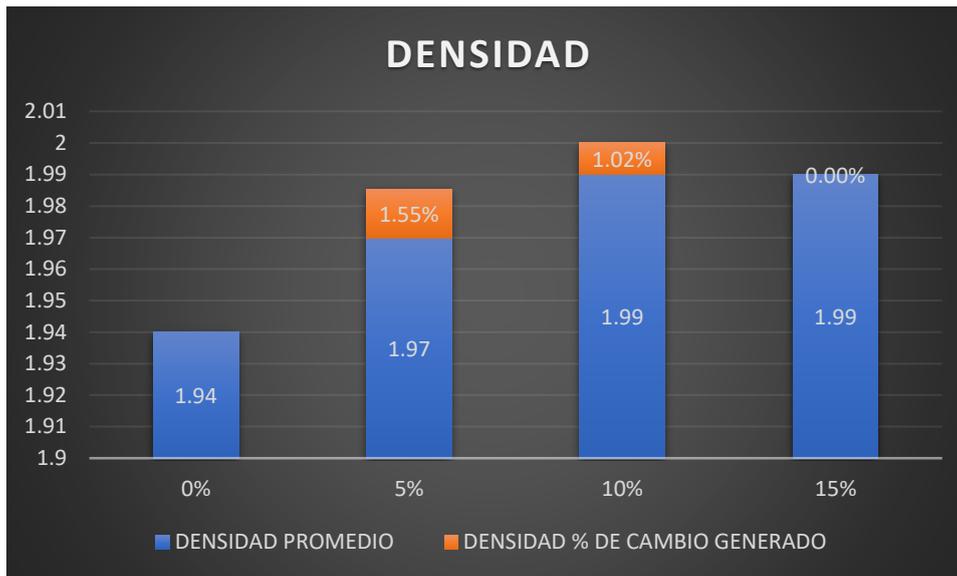


Figura 2. Medición de peso unitario

Fuente: procesamiento experimental

Interpretación: Según la tabla 38 y el gráfico 27 en el cuadro de resumen de la medición de la densidad se observa que la evolución de este con respecto a la adición de toba volcánica es de forma ascendente, viendo que a mayor adición de toba volcánica se obtienen mejores valores de densidad, lo cual favorece a la durabilidad y conservación en el tiempo del concreto.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Toba volcánica	0.993	4	0.972
Densidad	0.927	4	0.577
a. Corrección de significación de Lilliefors			

Tabla 40. Prueba de normalidad

Fuente: procesamiento experimental

Planteamiento de normalidad

Hipotesis para normalidad

H0: Los resultados para la densidad del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos tienen normalidad.

H1: Los resultados para la densidad del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos no tienen normalidad.

- a) El nivel de significancia límite es 5% ó 0,05;
- b) Si $p>0,05$ = Distribución normal y
- c) Si $p<0,05$ = distribución no paramétrica.

Interpretación: se procesó los datos que se obtuvo de ambos temas de análisis, según el grado de libertad o cantidad de la muestra es $4 < 50$, entonces, se usó el estadístico de Shapiro-Wilk, en donde el valor de significancia es de $0.577 > 0.05$ en consecuencia se acepta la hipótesis nula, trabajando con una distribución normal. Por lo tanto, se utilizó el coeficiente de Pearson que contiene estadístico paramétrico para realizar la contrastación de hipótesis.

PLANTEAMIENTO DE CORRELACIÓN DE PEARSON

H0: La toba volcánica determina positivamente en la densidad del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, Cusco-2022.

H1: La toba volcánica no determina positivamente en la densidad del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, Cusco-2022.

Correlaciones			
		Toba volcánica	Peso Unitario
Toba volcánica	Correlación de Pearson	1	0.837
	Sig. (bilateral)		0.00
	N	4	4
Peso Unitario	Correlación de Pearson	0.837	1
	Sig. (bilateral)	0.163	
	N	4	4

Tabla 41. Prueba de correlación

Fuente: procesamiento experimental

Interpretación: El cual permitió aceptar la hipótesis de investigación y rechazar la hipótesis nula, asimismo, se halló un coeficiente de correlación R Pearson =0,837 el cual demostró la existencia de una correlación positiva. Por ello, se pudo asumir que La toba volcánica determina positivamente en la densidad del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, Cusco-2022

A continuación, se presenta el grafico de estadística de Tukey:

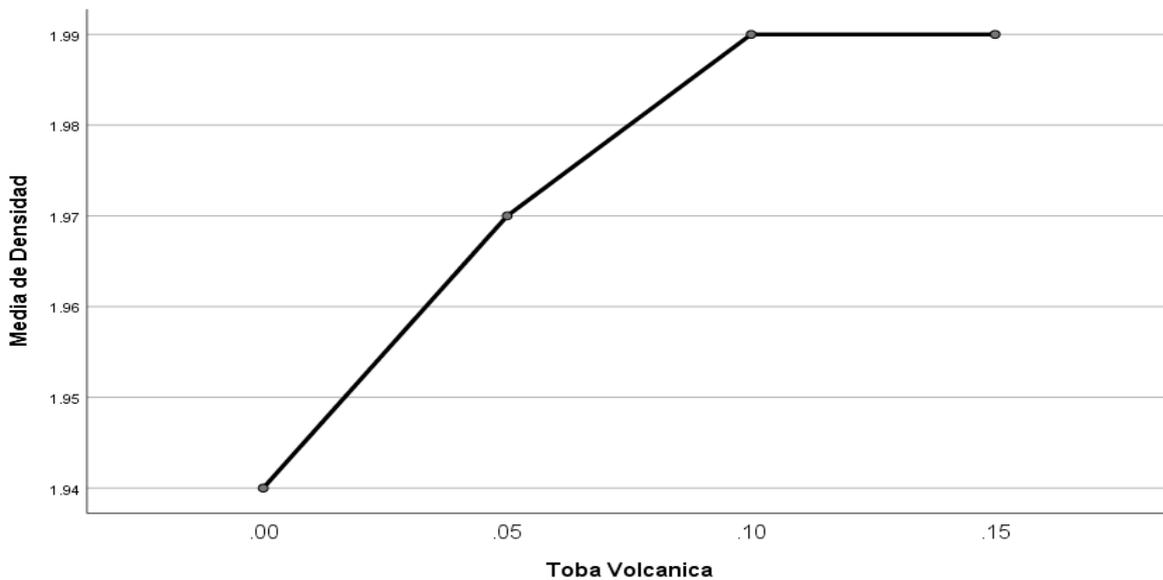


Figura 3

Fuente: procesamiento experimental

Interpretación: en base al grafico anterior se visualiza, sé tiene que el caso de mayor grado de influencia de agregado de toba volcánica corresponde al 10% de agregado sobre los datos de densidad.

4.2.2. Indicador 02: CONTENIDO DE VACÍOS

CONTENIDO DE VACIOS		
TOBA VOLCANICA	PROMEDIO	% DE CAMBIO GENERADO
0%	16.3	
5%	17.3	6.13%

10%	18.7	8.09%
15%	18.7	0.00%

Tabla 42. DATOS PARA CONTENIDO DE VACIOS

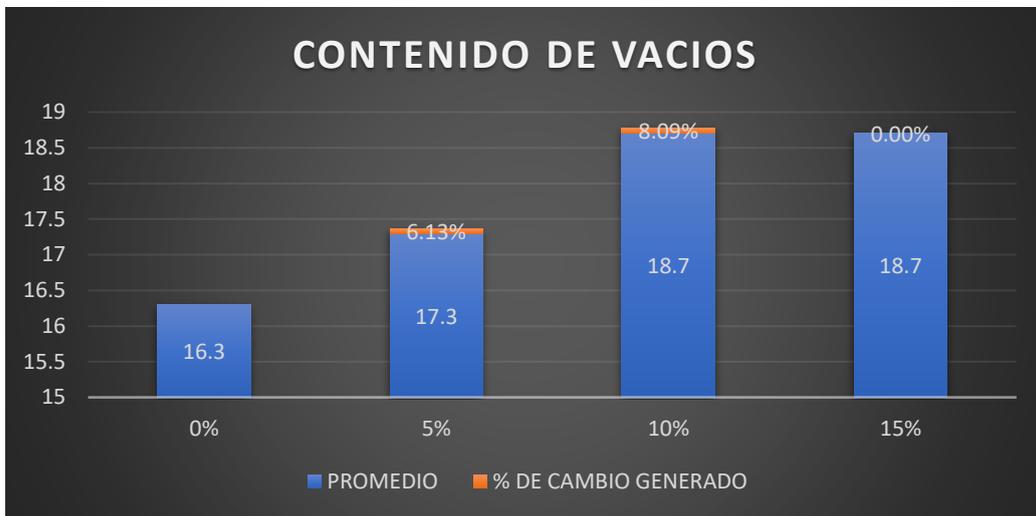


Figura 4. Medición de contenido de aire

Fuente: procesamiento experimental

Interpretación: en el resumen de contenido de aire de la tabla 41 y la figura 29 se observa que a mayor adición de toba volcánica el porcentaje de vacíos se incrementa en un 8.03% a un 10 % y 15 % de adición, determinando dichas adiciones favorables para cumplir con las de concreto poroso el cual permitirá una óptima filtración y drenaje en pavimentos.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Prueba de normalidad para contenido de vacíos:

- El nivel de significancia límite es 5% ó 0,05;
- Si $p > 0,05$ = Distribución normal
- Si $p < 0,05$ = distribución no paramétrica.

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Volcánica	0,993	4	0,972

Contenido Aire	0,863	4	0,272
a. Corrección de significación de Lilliefors			

Tabla 43. Prueba de normalidad

Fuente: procesamiento experimental

Planteamiento de normalidad

Hipótesis para normalidad

H0: Los resultados para el contenido de vacíos del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos tienen normalidad.

H1: Los resultados para el contenido de vacíos del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos no tienen normalidad.

Interpretación: en base de prueba de normalidad se tiene que para los datos obtenidos en la prueba se tiene un valor de significancia igual a 0,972 siendo este valor superior al parámetro de 0,05 se determina que la distribución de los datos es normal por lo tanto la prueba de correlación a utilizar se realiza mediante la prueba estadística de Pearson por lo que se presenta los siguientes resultados:

Correlaciones			
		Tvolcanica	ContenidoAire
Tvolcanica	Correlación de Pearson	1	0,944
	Sig. (bilateral)		0,056
	N	4	4
ContenidoAire	Correlación de Pearson	0,944	1
	Sig. (bilateral)	0,056	
	N	4	4

Tabla 44. Contratación de hipótesis para objetivo específico número 02

Fuente: procesamiento experimental

PLANTEAMIENTO DE CORRELACIÓN DE PEARSON

H0: La toba volcánica influye positivamente en el contenido de vacíos del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, Cusco-2022.

H1: La toba volcánica no influye positivamente en el contenido de vacíos del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, Cusco-2022.

Interpretación. Se tiene que en función a prueba de correlación presentada en favor el valor de $r=0,944$; lo cual permite interpretar que se tiene una correlación muy alta, en función a lo determinado en el anexo (estadística), por lo que se indica que existe correlación alta y positiva entre la toba volcánica y Contenido del Aire del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$, por lo tanto se determina que la toba volcánica influye positivamente en la trabajabilidad del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos. A continuación, se muestra el gráfico obtenido por la prueba de tuquey obteniendo lo siguiente:

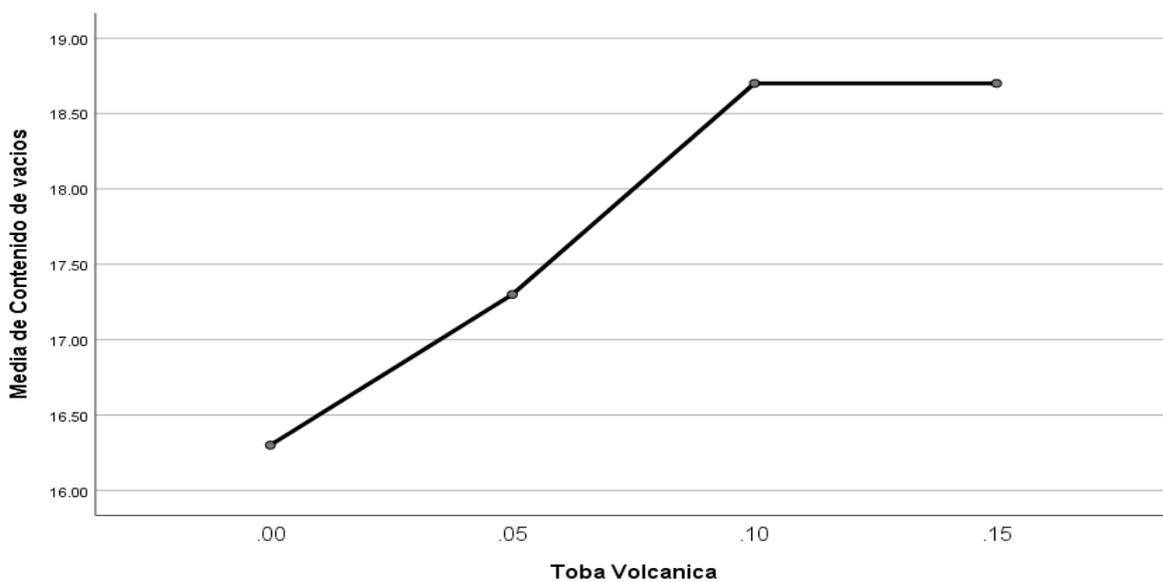


Figura 5. Medición de contenido de aire

Fuente: procesamiento experimental

Interpretación: en base al gráfico anterior se visualiza que los porcentajes de 10% y 15 % presentan mayor contenido de aire y los más favorables en cuanto a este indicador.

4.2.3. Indicador 03: Permeabilidad

PERMEABILIDAD		
TOBA VOLCANICA	PROMEDIO	% DE CAMBIO GENERADO
0%	0.67	

5%	0.74	10.45%
10%	0.81	9.46%
15%	0.92	13.58%

Tabla 45. Resumen de resultados en base a promedio de permeabilidad.

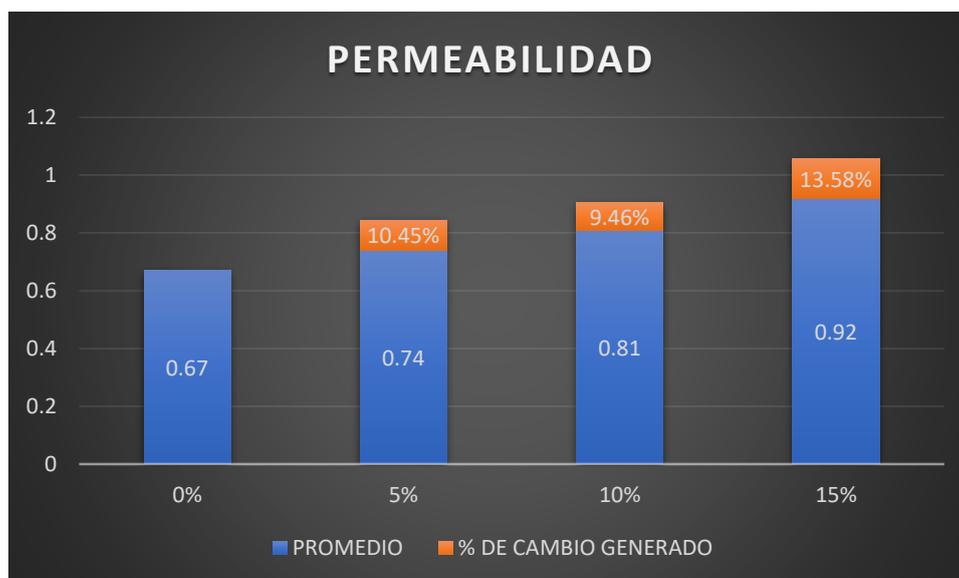


Figura 6. Medición de grado de permeabilidad

Fuente: procesamiento experimental

Interpretación: Se observa en la tabla 44 y el gráfico 31 un incremento ascendente de permeabilidad lo que indica que a una mayor adición de toba volcánica se alcanza un concreto más permeable cumpliendo con el objetivo que se quiere lograr. Tomando en cuenta que la adición de un 15% es la más alta en permeabilidad.

Prueba de normalidad:

- a) El nivel de significancia límite es 5% ó 0,05;
- b) Si $p > 0,05$ = Distribución normal y
- c) Si $p < 0,05$ = distribución no paramétrica.

Pruebas de normalidad	
	Shapiro-Wilk

	Estadístico	Gl	Sig.
Tvolcánica	0,993	4	0,972
Permeabilidad	0,989	4	0,954
a. Corrección de significación de Lilliefors			

Tabla 46. Prueba de normalidad

FUENTE: PROCESAMIENTO EXPERIMENTAL

PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD

Hipótesis para normalidad

H0: Los resultados para la permeabilidad del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos tienen normalidad.

H1: Los resultados para la permeabilidad del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos no tienen normalidad.

Interpretación: en base de prueba de normalidad que se realizó se pudo obtener que el valor de significancia igual a 0,972 siendo este valor superior al parámetro de 0,05 se determina que la distribución de los datos es normal por lo tanto la prueba de correlación a utilizar se realiza mediante la prueba estadística de Pearson por lo que se presenta los siguientes resultados:

Correlaciones			
		Toba volcánica	Permeabilidad
Toba volcánica	Correlación de Pearson	1	-0,817
	Sig. (bilateral)		0,183
	N	4	4
Permeabilidad	Correlación de Pearson	-0,817	1
	Sig. (bilateral)	0,183	

	N	4	4
--	---	---	---

Tabla 47. Prueba de correlación

Fuente: procesamiento experimental

PLANTEAMIENTO DE CORRELACIÓN DE PEARSON

H0: La toba volcánica influye significativamente en la permeabilidad del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, Cusco-2022.

H1: La toba volcánica no influye significativamente en la permeabilidad del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, Cusco-2022.

Interpretación: El cual permitió aceptar la hipótesis de investigación y rechazar la hipótesis nula, asimismo, se halló un coeficiente de correlación R Pearson = 0,183 el cual demostró la existencia de una correlación positiva. Por ello, se pudo asumir que la toba volcánica determina positivamente en la permeabilidad del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, Cusco-2022

A continuación, se presenta el grafico de estadística de Tukey:

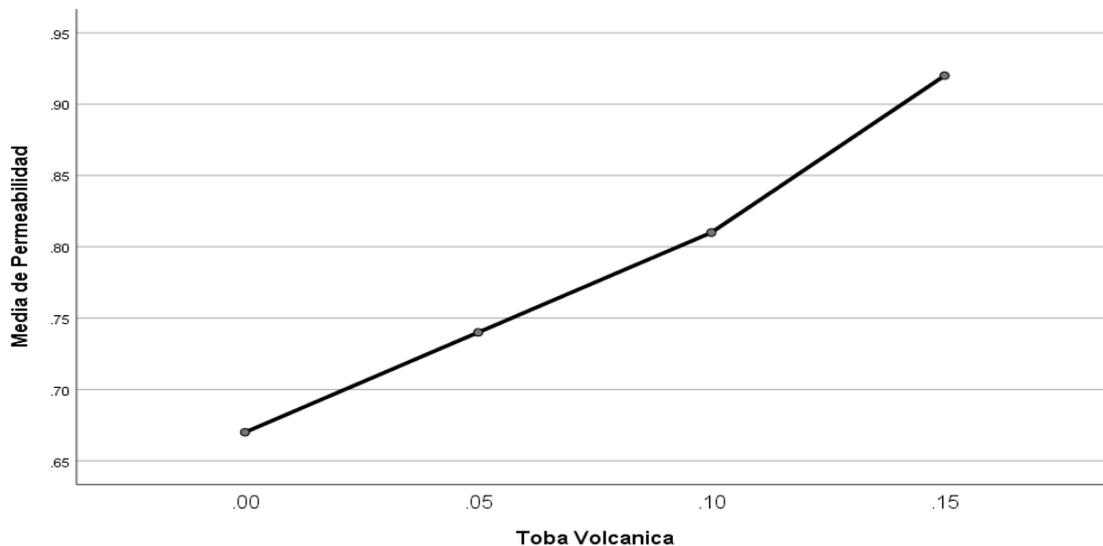


Figura 7. Medición de la permeabilidad

Fuente: procesamiento experimental

Interpretación: en base al gráfico anterior se visualiza que el caso de mayor influencia de la permeabilidad 15 % de agregado sobre los datos de toba volcánica.

4.2.3. Indicador 04: resistencia de la compresión

Según la resistencia a la compresión

RESISTENCIA A COMPRESION		
TOBA VOLCANICA	PROMEDIO	% DE CAMBIO GENERADO
0%	157.27	
5%	157.29	0.01%
10%	164.04	4.29%
15%	151.77	-7.48%

Tabla 48. Prueba de resistencia a la compresión

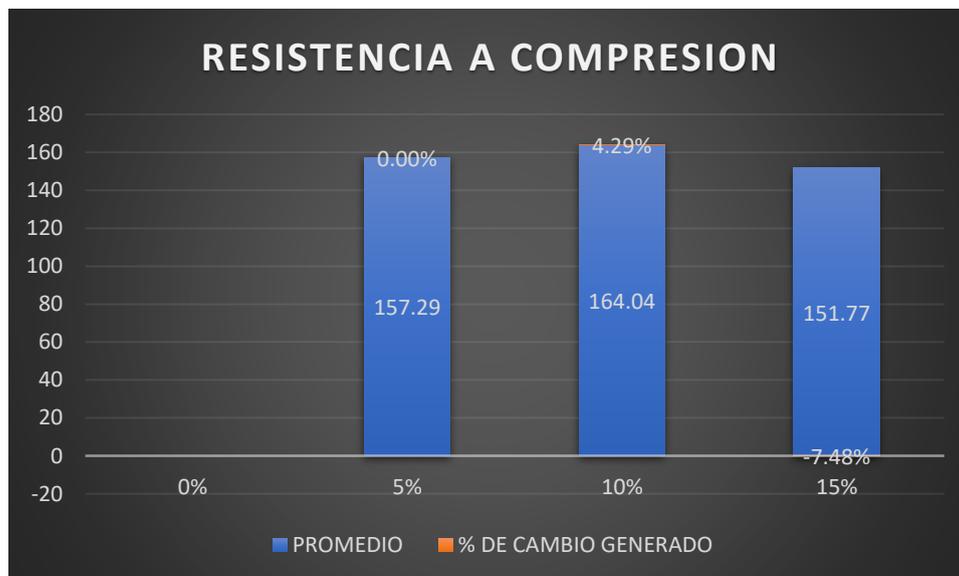


Figura 8. Medición de la resistencia a la compresión

Fuente: procesamiento experimental

Interpretación: en la tabla N° 47 y grafico 33 de resumen de la resistencia a la compresión según los porcentajes de agregado de toba volcánica se tuvo que para un 5% de adición con respecto al concreto patrón se tiene una variación mínima a un 0.01 % de incremento, mientras que a un 10% se eleva

la resistencia significativamente, mientras que a mayor adición a esta es decir a un 15 % decae por lo que se determina que la resistencia baja con respecto a adiciones mayores a 15 % de toba volcánica.

Prueba de normalidad:

- a) El nivel de significancia límite es 5% ó 0,05;
- b) Si $p > 0,05$ = Distribución normal y
- c) Si $p < 0,05$ = distribución no paramétrica.

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.
Toba volcánica	0,993	4	0,972
Resistencia Compresión	0,941	4	0,661
a. Corrección de significación de Lilliefors			

Tabla 49. Prueba de normalidad

Fuente: procesamiento experimental

PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD

Hipotesis para normalidad

H0: Los resultados para la resistencia a compresión del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos tienen normalidad.

H1: Los resultados para la resistencia a compresión del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos no tienen normalidad.

Interpretación: se procesó los datos que se obtuvo de ambos temas de análisis, según el grado de libertad o cantidad de la muestra es $4 < 50$, entonces, se usó el estadístico de Shapiro-Wilk, en donde el valor de significancia es de $0.972 > 0.05$ en consecuencia, la hipótesis se trabajó con una distribución normal. Por lo tanto, se utilizó el coeficiente de Pearson para realizar la contratación de hipótesis.

Correlaciones

		Toba volcánica	Resistencia Compresión
Toba Volcánica	Correlación de Pearson	1	-0,252
	Sig. (bilateral)		0,748
	N	4	4
Resistencia Compresión	Correlación de Pearson	-0,252	1
	Sig. (bilateral)	0,748	
	N	4	4

Tabla 50. Prueba de correlación

Fuente: procesamiento experimental

PLANTEAMIENTO DE CORRELACIÓN DE PEARSON

H0: La toba volcánica influye positivamente en la resistencia a la compresión del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, Cusco-2022.

H1: La toba volcánica no influye positivamente en la resistencia a la compresión del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, Cusco-2022.

Interpretación: El cual permitió aceptar la hipótesis de investigación y rechazar la hipótesis nula, asimismo, se halló un coeficiente de correlación R Pearson = -0,252 el cual demostró la existencia de una correlación negativa. Por ello, se pudo asumir que La toba volcánica no determina positivamente en la resistencia a compresión del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, Cusco-2022

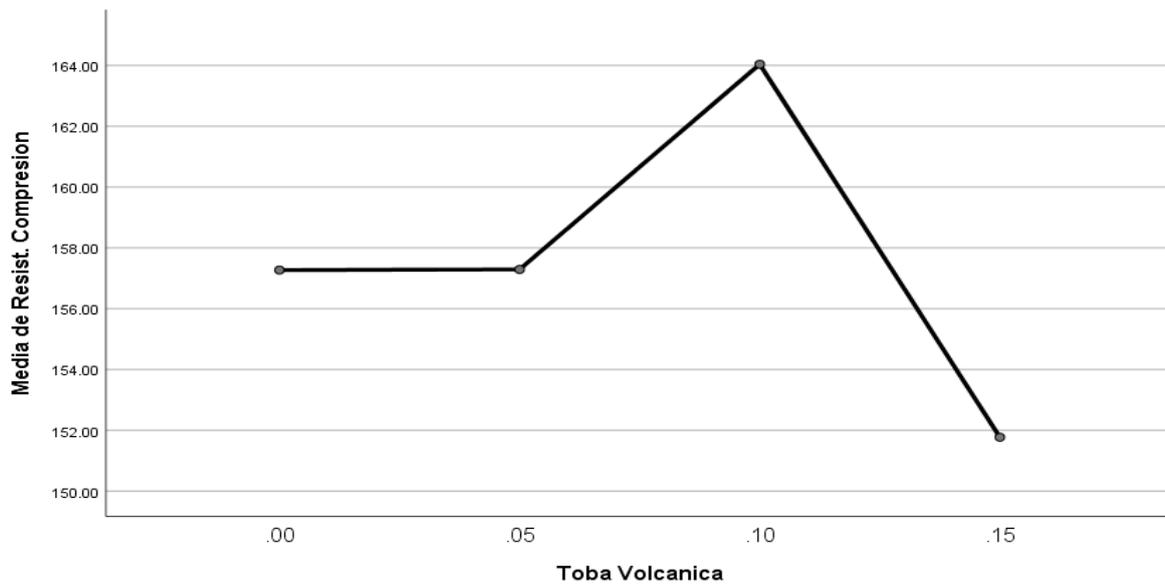


Figura 9. Medición de resistencia a la compresión

Fuente: procesamiento experimental

Interpretación: en base al gráfico anterior se visualiza, se tiene que el caso de mayor grado de influencia de agregado de toba volcánica que corresponde al 10% de agregado sobre los datos de resistencia a compresión.

4.2.3. Indicador 04: resistencia de la flexión

RESISTENCIA A FLEXION		
TOBA VOLCANICA	PROMEDIO	% DE CAMBIO GENERADO
0%	23.1	
5%	30.5	32.03%
10%	31.27	2.52%
15%	32.03	2.43%

Tabla 51. Prueba resistencia a la flexión

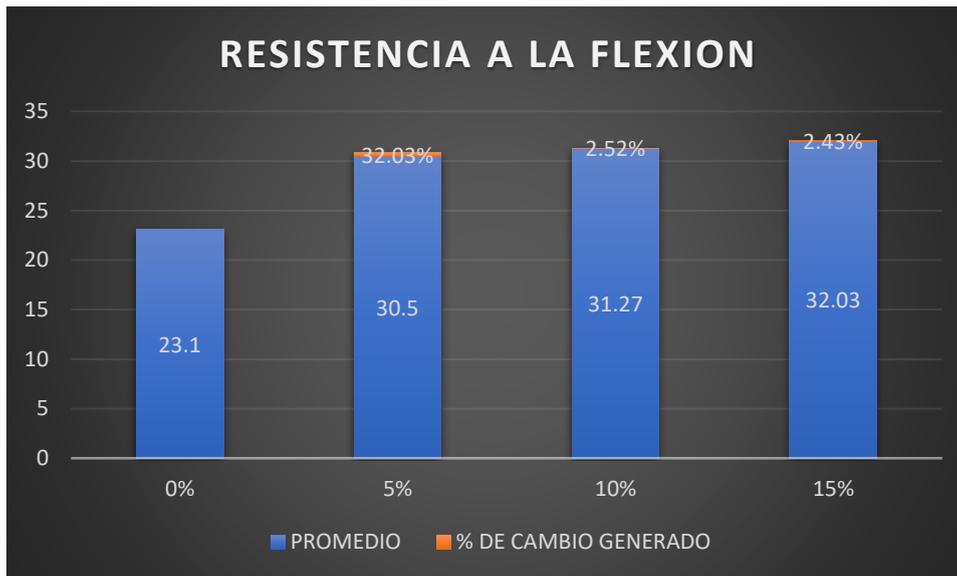


Figura 10. Medición de la resistencia a la flexión

Fuente: procesamiento experimental

Interpretación: En la tabla 50 y la figura 35 se visualiza que la adición de toba volcánica actúa eficientemente, ya que a medida se va incrementando el porcentaje de toba volcánica el concreto presenta mejor resistencia a flexión encontrándose con mayor resistencia a un 15 % de adición.

Prueba de normalidad:

- a) El nivel de significancia límite es 5% ó 0,05;
- b) Si $p > 0,05$ = Distribución normal y
- c) Si $p < 0,05$ = distribución no paramétrica.

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.
Toba Volcánica	0,993	4	0,972

Resistencia flexión	0,971	4	0,850
a. Corrección de significación de Lilliefors			

Tabla 52. Prueba de normalidad

Fuente: procesamiento experimental

PLANTEAMIENTO DE NORMALIDAD

Hipotesis para normalidad

H0: Los resultados para la resistencia a flexión del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos tienen normalidad.

H1: Los resultados para la resistencia a flexión del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos no tienen normalidad.

Interpretación: se procesó los datos que se obtuvo de ambos temas de análisis, según el grado de libertad o cantidad de la muestra es $4 < 50$, entonces, se usó el estadístico de Shapiro-Wilk, en donde el valor de significancia es de $0.972 > 0.05$ en consecuencia, la hipótesis se trabajó con una distribución normal. Por lo tanto, se utilizó el coeficiente de Pearson para realizar la contrastación de hipótesis.

Correlaciones			
		Toba Volcánica	Resistencia flexión
Toba Volcánica	Correlación de Pearson	1	0,651
	Sig. (bilateral)		0,349
	N	4	4
Resistencia flexión	Correlación de Pearson	0,651	1
	Sig. (bilateral)	0,349	
	N	4	4

Tabla 53. Prueba de correlación

Fuente: procesamiento experimental

PLANTEAMIENTO DE CORRELACIÓN DE PEARSON

H0: La toba volcánica influye de manera significativa en la resistencia a la flexión del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, Cusco-2022.

H1: La toba volcánica no influye de manera significativa en la resistencia a la flexión del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, Cusco-2022.

Interpretación: El cual permitió aceptar la hipótesis de investigación y rechazar la hipótesis nula, asimismo, se halló un coeficiente de correlación R Pearson =0,651 el cual demostró la existencia de una correlación positiva. Por ello, se pudo asumir que La toba volcánica determina positivamente en la resistencia a flexión del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, Cusco-2022.

A continuación, se presenta el grafico de estadística de Tukey

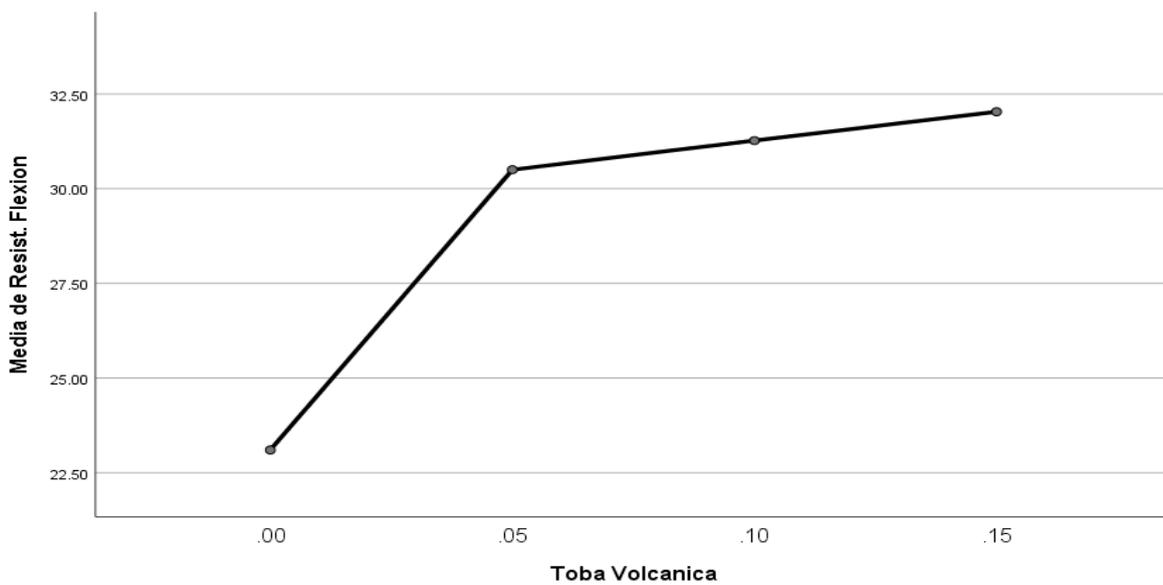


Figura 11. Medición de resistencia a la flexión

Fuente: procesamiento experimental

Interpretación: en base al gráfico anterior se visualiza, se tiene que el caso de mayor grado de influencia de la resistencia de flexión que corresponde al 10% de agregado sobre la toba volcánica.

V.DISCUSIÓN

Indicador 01: Densidad

En la figura 12 y la tabla 20 con respecto al cuadro de resumen de la medición del peso unitario se tiene que para el 0% obtuvimos 1940 kg/m³, para el 5% fue un valor de 1970 kg/m³ %, para la prueba del 10% el resultado fue de 1990 kg/cm³ y finalmente para la prueba al 15% el resultado fue el mismo que para un 10% ,teniendo valores altos en cuanto a densidad al 10 % y 15 % de adición con toba volcánica, encontrándose un incremento del peso unitario a medida se aumenta la adición de toba ,dentro de los parámetros adecuados a la norma se encuentra que la densidad no es liviana en ninguno de los casos y disminuye considerablemente a mayor incremento de toba volcánica ,para este caso se encuentra un estudio anterior en comparación (Zanabria, y otros, 2019) en el cual se observan resultados para densidad del concreto en base a tres muestras y el concreto patrón ,una vez las muestras son estudiadas, se pueden ver diferencias muy relevantes entre los grupos de estudio y el grupo del concreto sin adición ,determinándose que el uso de PET aporto en los valores para obtener un concreto liviano, quedando el tratamiento 1 como el más adecuado con respecto al 0% ,y en cuanto a mayor adición como es el caso del 9% y 12 % se tuvo resultados de 2119.75 y 2060.39 datos que presentan una caída importante lo cual no nos permite enmarcarlos dentro de un tipo de concreto liviano.

Indicador 02: Contenido de vacíos

Sobre **el contenido de vacío** en el cuadro de resumen de los resultados del nivel de temperatura fue la siguiente que para el 0% la relación de vacíos es 16.03%, para el 5% la medida fue de 17.3 %, para la prueba del 10% el resultado fue de 18.7% y finalmente para la prueba al 15% el resultado fue de 18.7% teniendo en valor más alto en la prueba al 15% y 10 %. Acerca del valor del contenido de vacíos , se presenta que todas las muestras mantienen resultados en línea ascendente a mayor adición de toba volcánica encontrándose resultados similares a (RODRIGUEZ, 2010) quien realizó la tesis titulada “determinación de la permeabilidad y resistencia de un concreto permeable con 10%, 15% y 20% de relación de vacíos” concluyendo que el

los valores para permeabilidad con un contenido de vacíos al 10% es de 0.684 cm/s ,en un 15 % de vacíos resulta una permeabilidad de 0.913 cm/s y con un porcentaje de 20 se llega a 10169 cm/s en cuanto a permeabilidad ,hallándose los resultados dentro del parámetro para la permeabilidad, en el caso de mi investigación se observa que los resultados se aproximan a los de este ,teniendo valores de 0.92 cm/s a un porcentaje de 18.7% de vacíos ,valores que respetan la norma y están contenidos en el margen para resultados normales de permeabilidad.

Indicador 03: Permeabilidad

El objetivo específico número tres fue determinar la permeabilidad del concreto poroso para pavimento rígido elaborado con toba volcánica Cusco, 2021; hallándose en promedio de coeficiente de permeabilidad basado en los promedio obtenidos en el siguiente grafico de resumen del grado de permeabilidad se tiene que para el 0% la permeabilidad fue de 0.67 para el 5% la permeabilidad fue de 0.74, para la prueba del 10% la permeabilidad fue de 0.81 y finalmente para la prueba al 15% la permeabilidad fue de 0.92 considerando que el valor más alto en la permeabilidad se observa en la prueba al 15%;el trabajo de investigación se parece a lo mencionado por Alfaro (2017) en la tesis que lleva por nombre concreto permeable para el drenaje de aguas pluviales, cuyo punto importante fue el de obtener una mezcla adecuada acorde a los requisitos de permeabilidad y resistencia para poder ser utilizado en los sistemas de drenaje ,la investigación fue de tipo aplicada con un diseño no experimental ,se elaboró 72 testigos ,y la mezcla adicionada de aditivo para permeabilidad dio el valor 1.107cm/s, los estudios realizados también se relacionan a lo mencionado por Díaz y Vásquez (2019) la tesis por nombre Diseño de concreto poroso para poder ser utilizado en pavimentos rígidos; se obtuvo que para un concreto poroso con adición de puzolana más aditivo con respecto a la permeabilidad arrojó el resultado de 0.92 cm/s;en la mezcla ultima cuatro con aditivo superplastificante se encontró un valor de 1.207 cm/s.

Indicador 04: Resistencia de la compresión

Según resultados delimitados en los ensayos de resistencia a la compresión con adición de toba volcánica al 0% patrón, 5% ,10% y 15% de acuerdo con la resistencia de diseño $f'c=175$ kg/cm²; a la edad de 28 días se alcanzó con adición de 0% patrón una resistencia de 177.74 kg/cm² que equivale al 101.21%, con 5% de adición a 180.4 kg/cm² que equivale a 103.71% ,con 10% de adición 187.42 kg/cm² que corresponde al 106.33 y con el 15 % de adición 185.03 que corresponde a un 103.21 %.En cuanto a la investigación de Pérez Nieves (2018), empleando el uso de tecnologías de adición de origen natural a un concreto de resistencia $f'c=210$ kg/cm², se comprueba que con la incorporación de 10% de ceniza de tuza de maíz y 5% de ceniza de cola de caballo, a los 28 días se tiene una resistencia a la compresión de 246.55 kg/cm², obteniendo un 10.92% superior a los 86 de la testigos de la muestra patrón, que supero una resistencia de 223.26 kg/cm². Se observa que los resultados en la investigación para una adición de 10% de ceniza de tuza de maíz y 5% de ceniza de cola de caballo fueron más significativas, por ser adiciones diferentes, pero las dos de origen natural y de presentación en polvo. Así también se tiene en la investigación de Evaristo Alberto (2018); los resultados con la adición de la ceniza de viruta de madera tornillo en 1%, 2% y 3%; a la edad de 28 días, el concreto sin adición mostro una resistencia a la compresión de 219.276 kg/cm², con adición al 1% de 237.048 kg/cm², con adición de 2% de 231.924 kg/cm² y con la adición del 3% logró una resistencia de 223.042 kg/cm².Se puede evidenciar en dicha investigación , que los resultados tuvieron mejor aporte a la resistencia a compresión que el que se obtuvo con la adición de toba volcánica.

Indicador 05: Resistencia a la flexión

Se llegó de determinar que el uso de la toba volcánica influye de manera positiva en la resistencia a la flexión del concreto poroso $f_c=175$ kg/cm² en pavimentos rígidos, Cusco-2022. Los resultados graficados en la tabla 62, de las muestras con adición de toba volcánica de 0% patrón, 5%,10 % y 15%; se obtuvo los resultados de acuerdo a la correlación de esfuerzo de rotura hallada, donde a la edad de 28 días con adición de 0% patrón un alcance del módulo de rotura de 23.01 kg/cm² superando en 0.2% al resultado de la correlación de MR; con 5% de adición se llegó a 30.52 kg/cm²

incrementando en 1.2% ,con 10% de adición se alcanzó a 31.27 kg/cm² superando el 9.9% y con 15% de adición se llegó a un 32.03 kg/cm² superando 10.1 %. Se concluyó que con el 10% de adición se obtiene resultados favorables, incrementando en 10.1% con respecto al módulo de rotura definida. Se tiene en la investigación de Terreros y Carvajal (2016) resultados de los esfuerzos a la flexión de un concreto con adición de fibra de cáñamo, de acuerdo a la correlación teórica del módulo de rotura: 41.83 kg/cm². Se obtuvo para el concreto convencional un resultado que supera en 4.41% (43.67 kg/cm²) y la muestra con adición de cáñamo supero 2.53% (42.89 kg/cm²), obteniéndose el concreto con adición de fibra un alcance de 2.53 % frente al módulo de rotura. Los resultados indican que, en ambos casos, con las adiciones se obtuvieron resultados por encima del módulo de rotura superior al módulo rotura. Así mismo en la investigación de Vílchez Vela, Guillermo y Vílchez Vela, Roberto (2019) donde se realizó un diseño de concreto con adición de fibras de panca seca de maíz y aditivo SikaCem; a los 28 días de edad se delimito los resultados del ensayo a la resistencia a flexión teniéndose para DP: 47 kg/cm², DA - 0.5: 50 kg/cm², DB - 01: 50 kg/cm², DAT - 0.5: 51 kg/cm², DBT - 01: 54 kg/cm². Se evidencia para este estudio que las dosificaciones con adición, mejora la resistencia a la flexión del concreto. En cuanto a lo obtenido con la adición de toba volcánica, se observa el alejamiento de los resultados ya que la adición de fibras de panca seca de maíz y aditivo SikaCem de naturaleza química incrementa considerablemente, con respecto con la adición de toba volcánica se llegó a obtener un incremento considerable. por tanto, se concluye que el empleo de las tecnologías de adición de origen natural, aporta favorablemente y garantiza el desarrollo tanto de las propiedades físicas y mecánicas y es viable su uso en obras que requieran mejorar las cualidades del concreto, como es el caso de los proyectos de pavimentaciones rígidas.

V. CONCLUSIONES

- Se determinó que la toba volcánica influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del concreto poroso $f_c=175$ kg/cm² en pavimento rígido, Cusco-2022. En cuanto a que en la adición del 5% se determina un nivel de incrementos de todos los indicadores, por, aunque esta situación solo se presenta en su mayoría hasta el agregado del 10%, por lo que se debe considerar que después de este las propiedades físicas y mecánicas del concreto poroso tienden a regresar al estado del concreto base.
- Que la toba volcánica influye en la densidad del concreto poroso $f_c=175$ kg/cm² para pavimentos rígidos, Cusco-2022. se tiene el análisis en función a la prueba de correlación y escala presentada con el valor de $r= 0,837$; lo cual permite interpretar que se tiene una correlación muy alta, en función a lo determinado en el anexo (estadística), por lo que se indica que existe tendencia favorable entre la toba volcánica y la densidad del concreto poroso $f_c=175$ kg/cm², por tanto se determina que la toba volcánica influye positivamente en la densidad del concreto poroso $f_c=175$ kg/cm² para pavimentos rígidos.
- Se llega a concluir que, el uso de la toba volcánica influye en el Contenido del Aire del concreto poroso $f_c=175$ kg/cm², por lo tanto, se determina que la toba volcánica influye positivamente en el contenido de vacíos del concreto poroso $f_c=175$ kg/cm² para pavimentos rígidos. Además, se tiene que en función a la prueba de normalidad presentada en favor el valor de $r= ,700$; permite interpretar que se tiene una correlación alta positiva, en función a lo determinado en el anexo (estadística) que a medida que la toba volcánica se incrementa genera un porcentaje mayor de vacíos sobre el concreto poroso $f_c=175$ kg/cm², por lo tanto se determina que la toba volcánica influye en el contenido de vacíos del concreto poroso $f_c=175$ kg/cm² para pavimentos rígidos.

- Se llega a determinar que la toba volcánica influye en la permeabilidad del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, Cusco-2022. Se tiene que en función a prueba de normalidad presentada en favor el valor de $r= ,817$; lo cual permite interpretar que se tiene una correlación positiva muy alta en función a lo determinado en el anexo (estadística), por lo que se indica que a medida que se agregue un mayor porcentaje de toba volcánica se elevará la permeabilidad del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$. En función al valor de significancia que el mayor a 0,05 se rechaza la Hipótesis nula, y hace concluir que la toba volcánica influye en la permeabilidad de manera positiva.
- Calcular cuál será la incidencia de la toba volcánica en concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ en la resistencia a la compresión en el pavimento rígido ,Cusco-2022. Se tiene que en función a prueba de normalidad presentada en favor el valor de $r= -0,252$; lo cual permite interpretar que se tiene una correlación no favorable, en función a lo determinado en el anexo (estadística) que a medida que la toba volcánica se incrementa genera menor resistencia de compresión sobre concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$, por lo tanto en función al valor de sig. Superior al parámetro de 0,05 no se acepta la Hipótesis planteada, por lo que se determina que la toba volcánica influye de manera negativa sobre la resistencia en la compresión del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos
- Se llegó a determinar que el uso de la toba volcánica influye positivamente la resistencia a la flexión del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Cusco-2022 . Se tiene que en función a prueba de normalidad presentada en favor el valor de $r= ,651$; lo cual permite interpretar que se tiene una correlación positiva muy alta en función a lo determinado en el anexo (estadística), por lo que se indica que a medida que se agregue un mayor porcentaje de toba volcánica se incrementará el esfuerzo a flexión del concreto poroso $f_c=175\text{kg/cm}^2$. Valores tomados en función al valor de significancia que el mayor a 0,05 se acepta la Hipótesis nula, por lo que la toba volcánica no afecta de manera significativa en la resistencia a la flexión.

VI. RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los resultados de la tesis se recomienda hacer uso de la toba volcánica en porcentajes menores a un 10 % en la elaboración de concreto poroso, ya que los efectos frente a las propiedades físicas y mecánicas no son constantes a partir del 10% encontrando que el concreto solo aumenta en resistencia hasta la adición de un 10 % y decae con un 15%.
- En función a la permeabilidad, se observa que a mayor adición de toba volcánica el concreto se hace más permeable siendo esto determinante para obtener bajas resistencias, se recomienda optar por un uso adecuado en % de toba en el que no se vea afectada la permeabilidad ni la resistencia, proponiéndose como eficiente el rango de 0.5 a 0.10.
- Se recomienda que, hacer uso de un agregado de tamaño máximo $\frac{1}{2}$ "ya que este al mezclarse con el cemento y el agua crea espacios adecuados los cuales le dan mayor realce a la función permeabilidad, permitiendo tener resultados para contenido de vacíos dentro del rango que indica la norma ACI 522 R-10.
- Se recomienda utilizar un tipo de aditivo plastificante, para disminuir la cantidad de agua, mejorar la resistencia y hacer más trabajable el concreto.
- Para investigaciones próximas se aconseja realizar ensayos a compresión y flexión a edades mayores a 28 días, para poder observar la tendencia y poder ver los cambios del concreto con adición de toba volcánica.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ACI-211.3R. 2003. *Diseño de mezclas de concreto con agregado grueso.* 2003.

ACI522-R. 2010. Norma que proporciona información técnica sobre el concreto poroso. s.l. : Concrete Institute American, 2010.

ARIAS, Fidias. 2012 pag.111. *El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica.* Venezuela : s.n., 2012 pag.111. 45.

ASTM C,125. *Standard Definition of Terms Relating to Concrete and Concrete Aggregates.*

Bravo Callao, Ingrid Luceli. 2021. *Evaluación de las propiedades físicas del concreto poroso para Pavimento rígido elaborado con aditivo Jaen.* Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2021. pág. 74, Tesis de grado .

Bulk density and total porosity estimation through penetrometer. **Dominguez Palacio, Duniesky, Pozo Galvez, Crecencio y Leon Sanchez, Maria. 2018.** 4, s.l. : Ediciones Inca, 2018, Vol. 39, págs. 34-41.

Cesar, Grigalva. 2021. Concreto Armado. Guatemala : USAC Tricentenaria, 2021, Vol. 1, págs. 5-127.

Concreto considerado como un material de construcción sostenible por el manejo adecuado del agua de las lluvias. **Aire, Carlos. 2019.** Lima : P y S Concrete, 2019, Experiencias concretas, Vol. 6, pág. 12.

CONCRETO POROSO: CONSTITUCIÓN, VARIABLES INFLUYENTES Y PROTOCOLOS PARA SU CARACTERIZACIÓN. **Cabello, S., Zapata, P., Pardo, A., Campuzano, L., Espinoza, J., y Sánchez, C., (2015) Concreto poroso:.** [ed.] Universidad Técnica de Machala. 64-69, Ecuador : s.n., CUMBRES, Vol. 1, pág. 6.

Coronado, Joshep y Maguiña, Angel. 2019. *"Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades físico-mecánicas del concreto permeable para su empleo en el Jr.Huascarán,Huaraz-.* Huaraz : s.n., 2019. Tesis de grado .0

Correlation between permeability and porosity for pervious concrete. **Sandoval, Gerson, y otros. 2019.** [ed.] Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, Brazil. Departamento de Estruturas. 209, Medellin : Print version, 2019, Vol. 86.

Estudio y analisis en la dosificacion del concreto poroso. **Pinto, Carrasco y Caballero. 2018.** Panama : Universidad tecnologica de Panama , 2018.

Fidias, Arias. 1999. *El proyecto de investigacion.* Venezuela : Episteme, 1999. 3era edicion.

Gallo, Guarín Criss Alexandra y Posada, Castiblanco Edisson Mauricio. 2017. *Diseño de un pavimento en concreto poroso con adición de arena.* Bogotá : Universidad de la Salle, 2017.

Hernandez, Roberto. 2012. *Metodología de la investigación.* Peru : s.n., 2012.

Hernandez, Roberto y Mendoza, Paulina. 2018. *Metodología de la investigación.* s.l. : McGrawHill Education, 2018.

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. 2010. *Metodología de investigación científica.* Quinta . Mexico : Mc Graw Hil, 2010.

Herrera, B. 2020. La gestión administrativa y su incidencia en el fortalecimiento de la unidad de bienestar estudiantil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí Período 2018. Universidad Estatal del Sur de Manabí . [En línea] 2020. <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2456/1/HERRERA%20CEDE%20%91O%20BETCY%20VIRMANIA.pdf>.

Hilder Javier, Jimenez Pesantes. 2019. *Evaluación del concreto permeable como una alternativa sostenible para el control de las aguas pluviales en la ciudad de Castilla, Provincia Piura.* Universidad Nacional de Piura. Piura : s.n., 2019. pág. 168, Tesis de grado .

Huallpa Eber. 2021. Diseño de un concreto permeable $f_c=175\text{kg/cm}^2$ como una alternativa. *Diseño de un concreto permeable $f_c=175\text{kg/cm}^2$ como una alternativa.* Cusco : s.n., 2021.

INDECI. 2021. *BOLETÍN INFORMATIVO AVISO DE CORTO PLAZO ANTE LLUVIAS INTENSAS N 062 2022 INDECI /COEN.* 2021.

Influência do teor de cerâmica vermelha do agregado reciclado nas propriedades do concreto permeável. **Jansen, Mikami; Kruger, Patricia; Pereira, Eduardo; Barbosa, Ana; Magdalena, Muñeca.** 2018. 1, Rio de Janeiro : Laboratório de Hidrogênio, Coppe - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 23 de marzo de 2018, Materia, Vol. 27. 1517-7076.

Mehta,Kumar;Monteiro Paulo.

Mendez, Natasha y Mosqueda, Maria. 2017. *Estudio de la resistencia del concreto permeable para pavimentos.* Universidad de Carabobo. Barbula : s.n., 2017. pág. 90, Tesis.

Método de ensayo estandar para determinar la densidad de la masa. **Concrete, Asociación Naional Ready Mixed.** 2010. 2010.

Norma OS.060. 2004. Peru : s.n., 2004.

Ñaupas, Alberto, Sampieri, Hernandez y Esoiniza. 2014. *Metodología de la investigación cuantitativa -cualitativa y redacción de la tesis.* Cuarta . Bogota : s.n., 2014.

Oliva, E. 2017. Motivación y desempeño laboral de los trabajadores del hospital Víctor Larco Herrera, Lima-Perú 2015 (tesis de maestría). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú. [En línea] 2017. http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/9048/Oliva_EE.pdf?sequence=1 y isAllowed=y.

Ortega, Juan. 2015. Reglamento ACI para el concreto poroso. Piura, Peru : Universidad Catolica Ricardo Palma, 2015. 75.

Palacios, Frank. 2018. DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE PARA SU APLICACIÓN. *DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE PARA SU APLICACIÓN.* Huaraz : s.n., 2018.

Ponce, Luis. 2017. *Medición de resistencia a tempranas edades del hormigon.* Montevideo : Universidad de Montevideo, 2017. pág. 116. método que mejor se ajusta para la determinación de tiempos mínimos de desencofrado .

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. 010-2009-VIVIENDA.2009, DECRETO SUPREMO. 2009. Lima : s.n., 2009, pág. 45.

Research protocol VII. Validity and reliability of the measurements. **Villasis, Miguel, y otros. 2018.** 417- 423, Mexico : revistaalergia, 2018.

Rodriguez, Javier. 2010. *Propiedades mecanicas y fisicas del concreto poroso.* Lima : s.n., 2010. pág. 3.

Rodriguez, Lesy. 2018. *“Determinación de la permeabilidad y resistencia de un concreto permeable con 10%,15% y 20 % en relacion de vacios.* Huaraz : tesis, 2018. 23-24.

Romero Vanessa. 2021. *Diseño de hormigon utilizando toba volcanica como medio para minimizar los impactos ambientales.* Guayaquil : ULVR, 2021, 2021.

Study of the physical and mechanical properties of permeable concrete with the addition of TiO₂ for the treatment of sewage. **Melo, Wendel, Pessoa, Flavio y De Suoza, Marcelo:Negrao,Alcebiades. 2020.** 5, Brasil : s.n., 2020, Vol. 13.

Trujillo Lopez , Alejandra y Quiroz Lasprilla, Diana Paola. 2013. *Pavimentos porosos utilizados como sistemas alternativos al drenaje urbano.* Pontificia Universidad Javeriana. Bogota : Pontificia Universidad Javeriana, 2013. pág. 114, tesis para optar el grado de ingeniero civil.

Zambrano,Francisco;Robles Rodolfo. 2021. *Uso de toba volcanica como solucion de suelos expansivos.* Guayaquil : s.n., 2021. 17-19.

Zanabria y Mendoza. 2019. *Evaluación del comportamiento mecánico y térmico del concreto.* Puno : s.n., 2019.

ANEXOS

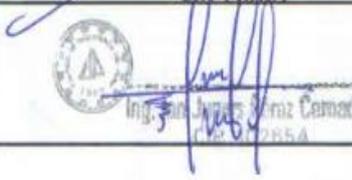
Anexo 1. Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
TITULO: TITULO:"PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO POROSO FC=175KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCANICA,CUSCO-2022					
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
General	General	General	V.I		
¿De que manera la toba volcánica influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto poroso fc=175 kg/cm2 en pavimento rígido, Cusco 2022?	Evaluar de que manera la toba volcánica influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto poroso fc=175 kg/cm2 en pavimento rígido, Cusco 2022.	La toba volcánica influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del concreto poroso fc=175 kg/cm2 en pavimento rígido, Cusco-2022.	TOBA VOLCANICA	PORCENTAJE DE DOSIFICACION DE TOBA VOLCANICA(% PESO)	0%
					5%
					10%
					15%
Específicos	Específicos	Específicos		Especificaciones Técnicas	Resistencia a la abrasion, peso unitario, granulometria, contenido de humedad, peso específico y absorcion.
¿En que medida incide la adición de toba volcánica en la densidad del concreto poroso fc=175 kg/cm2 en pavimento rígido, Cusco-2022?	Calcular en que medida la toba volcánica influye en la densidad del concreto poroso fc=175 kg/cm2 para pavimentos rígidos, Cusco-2022.	La toba volcánica determina positivamente en la densidad del concreto poroso fc=175kg/cm2 para pavimentos rígidos, Cusco-2022			
¿Cómo influye la adición de toba volcánica en el contenido de vacíos de concreto poroso Fc=175kg/cm2 en pavimentos rígidos, Cusco-2022?	Evaluar cómo la toba volcánica influye en el contenido de vacíos del concreto poroso fc=175kg/cm2 en pavimento rígido, Cusco-2022.	La toba volcánica influye positivamente en el contenido de vacíos del concreto poroso fc=175kg/cm2 para pavimentos rígidos, Cusco-2022	V.D		DENSIDAD(GR/CM3)
¿De que manera incide la adición de toba volcánica en la permeabilidad del concreto poroso fc=175kg/cm2 en pavimentos rígidos, Cusco-2022?	Determinar como la toba volcánica influye en la permeabilidad del concreto poroso fc=175kg/cm2 para pavimentos rígidos, Cusco-2022	La toba volcánica influye significativamente en la permeabilidad del concreto poroso fc=175kg/cm2 para pavimentos rígidos, Cusco-2022		PROPIEDADES FISICAS	CONTENIDO DE VACIOS%
¿Cuál será la incidencia de la toba volcánica en concreto poroso fc=175kg/cm2 en la resistencia a la compresión en pavimentos rígidos, Cusco-2022?	Calcular cual será la incidencia de la toba volcánica en concreto poroso fc=175kg/cm2 en la resistencia a la compresión en el drenaje de aguas pluviales en pavimento rígido, Cusco-2022	La toba volcánica influye positivamente en la resistencia a la compresión del concreto poroso fc=175kg/cm2 para pavimentos rígidos, Cusco-2022	PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO POROSO FC=175KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO		PERMEABILIDAD (%)
¿Cómo influye el uso de la toba volcánica en concreto poroso fc=175kg/cm2 en la resistencia a la flexión en pavimentos rígidos, Cusco-2022?	Determinar cómo influye el uso de la toba volcánica en la resistencia a la flexión del concreto poroso fc=175kg/cm2 en pavimentos rígidos, Cusco-2022	La toba volcánica influye de manera significativa en la resistencia a la flexión del concreto poroso fc=175kg/cm2 para pavimentos rígidos, Cusco-2022		PROPIEDADES MECANICAS	RESISTENCIA A LA COMPRESION(KG/CM2)
					RESISTENCIA A LA FLEXION(KG/CM2)

Anexo 2. Matriz de Operacionalización de Variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES						
TITULO: "PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO POROSO FC=175KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCANICA,CUSCO-2022"						
VARIABLE DE INVESTIGACION	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA
TOBA VOLCANICA	La toba volcánica viene a ser un material de naturaleza puzolánica ,ligera,de consistencia porosa formada a partir de cenizas volcánicas (Zambrano,Francisco;Robles Rodolfo, 2021),las cuales deberán ser añadidas en diferentes porcentajes al concreto poroso cuya principal función es la de tener un alto porcentaje de porosidad capaz de filtrar agua al subsuelo y de una eficaz capacidad portante capaz de soportar el tráfico	El concreto poroso de por si tiene la funcion de absorber las aguas superficiales hacia el subsuelo y al combinarse con la tova volcanica se busca dar mayor realse a esta funcion debido a las características ipitimas capaces de combinarse con los materiales convencionales que este concreto poroso posee para asi llegar a a la resistencia minima que establece la norma en concreto poroso y a su vez aumentar la permeabilidad ,propiedad singular de dicho concreto.	PORCENTAJE DE DOSIFICACION DE TOBA VOLCANICA(% PESO)	0%	Razon	<p>Tipo de Investigación: Aplicada. Nivel de Investigación: Explicativo. Diseño de Investigación: Experimental: Cuasi – Experimental. Enfoque: Cuantitativo. Población: 64 probetas Muestra: 36 muestras cilíndricas y 24 viguetas de concreto</p> <p>No Probabilístico - se ensayará en todas las probetas y vigas por conveniencia. Técnica: Observación directa. Instrumento de recolección de datos: - Fichas de recolección de datos - Equipos y herramientas de laboratorio. - Software de análisis de datos. (Excel, SPSS)</p>
				5%		
				10%		
				15%		
			CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES FISICAS	granulometría,porcentaje de humedad(%),peso unitario(kg/m2),porcentaje de absorcion (%),gravedad especifica(kg/cm3),tamaño del agregado max(mm)		
PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO POROSO FC=175KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO	El pavimento rígido es una estructura que se encuentra sobre una capa de materiales específicos conocidos como subbase(ESCOBAR,et al 2017).Las propiedades físicas estan representadas por aquellas que se determinan en el estado fresco del concreto tales como ,el asentamiento,la densidad,temperatura etc.Y por otro lado estan las propiedades mecanicas las cuales se manifiestan mediante una respuesta a una carga sometida a esta.	Las características propias del concreto poroso en pavimento rígido se daran en funcion a ciertos factores como son :la permeabilidad,contenido de vacios ,resistencia a los esfuerzos con la resistencia a la compresion y la flexion quienes determinaran las propiedades fisico- mecanicas	PROPIEDADES FISICAS	CONTENIDO DE VACIOS%	Razon	
				COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD(CM/S)		
				DENSIDAD(KG/M3)		
			PROPIEDADES MECANICAS	RESISTENCIA A LA COMPRESION(KG/CM2)		
				RESISTENCIA A LA FLEXION(KG/CM2)		

ANEXO 3. MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE

 FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS																						
MEDICION DEL CONTENIDO DE AIRE (ASTM C231)																						
TITULO: "Propiedades físicas y mecánicas del concreto poroso $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ en pavimento rígido empleando toba volcánica, Cusco 2022"																						
ELABORADO : Vilca Olivera, Miryan Augusta																						
UBICACIÓN: Cusco-Zurite -Santo Tomas																						
CRITERIOS DE VALIDACION:	Nula: > 0.53 Baja: 0.54 - 0.59 Valida: 0.66 - 0.71 Muy valida: 0.66 - 0.71 Excelente: 0.72-0.99 Perfecta: 1																					
Muestra Dosificación(%)	Conenido del aire del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$																					
	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Contenido de aire de diseño (%)</th> <th>Contenido de aire de la olla de Washington(%)</th> <th>Verificacion Cumple /No cumple</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Concreto Patron</td> </tr> <tr> <td>0%</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Toba Volcanica</td> </tr> <tr> <td>5%</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10%</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>15%</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Contenido de aire de diseño (%)	Contenido de aire de la olla de Washington(%)	Verificacion Cumple /No cumple	Concreto Patron			0%			Toba Volcanica			5%			10%			15%		
Contenido de aire de diseño (%)	Contenido de aire de la olla de Washington(%)	Verificacion Cumple /No cumple																				
Concreto Patron																						
0%																						
Toba Volcanica																						
5%																						
10%																						
15%																						
Nro.	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	FIRMA	CALIFICACION																		
1	Quispe Lozano KHORINA	119812	  Quispe Lozano INGENIERO CIVIL C/R 119812	0.92																		
2	Max Polytzer Camacho Tello	115101	  MAX POLYTZER CAMACHO TELLO INGENIERO CIVIL C/R 115101	1.0																		
3	Fan Junius PEREZ CERNADES	102654	  Ing. Fan Junius Perez Cerna C/R 102654	0.95																		



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO (NTP 339.034 / ASTM C39M)

TITULO: "Propiedades físicas y mecánicas del concreto poroso fc=175 kg/cm2 en pavimento rígido empleando toba volcánica, Cusco 2022 "

ELABORADO : Vilca Olivera, Miryan Augusta

UBICACIÓN: Cusco-Zurite -Santo Tomas

CRITERIOS DE VALIDACION:

Nula: > 0.53 Baja: 0.54 - 0.59 Valida: 0.66 - 0.71
Muy valida: 0.66 - 0.71 Excelente: 0.72-0.99 Perfecta: 1

Table with columns: Dosificación(%), Curado, Especimen, Dimensiones (Diametro(cm), Area(cm)), Tipo de falla, Carga(kg), Resistencia a la compresion fc(kg/cm2), Fc Promedio(kg/cm2). Rows include 'Concreto patron' and 'toba volcanica' for dosifications of 0.00, 5%, 10%, and 15% at 7, 14, and 28 days.

Signature and stamp of Miryam Guispe Lozano, Ingeniero Civil

Signature and stamp of Ing. Juan Pérez Cerna, CIP 102554

Signature and stamp of MAX POLYTZER CAMACHO TELLO, Ingeniero Civil, CIP. 115101



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

MEDICION DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(ASTM C138)

TITULO: "Propiedades físicas y mecánicas del concreto poroso $f_c=175$ kg/cm² en pavimento rígido empleando toba volcánica, Cusco 2022"

ELABORADO : Vilca Olivera, Miryan Augusta

UBICACIÓN: Cusco-Zurite -Santo Tomas

CRITERIOS DE VALIDACION:

Nula: > 0.53	Baja: 0.54 - 0.59	Valida: 0.66 - 0.71
Muy valida: 0.66 - 0.71	Excelente: 0.72-0.99	Perfecta: 1

Muestra Dosificación (%)	Peso unitario del concreto (PUC)				
	Volumen del molde cm ³	Peso del molde gr	Peso del molde + muestra gr	Peso unitario gr/cm ³	Promedio peso unitario gr/cm ³
Concreto Patron					
0%					
Toba Volcanica					
5%					
10%					
15%					
Nro.	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	FIRMA	CALIFICACION	
1	Guispe Lozano Kuarina	119812	 INGENIERO CIVIL CIP. N° 119812	0.92	
2	Max Polytzer Camacho Tello	115101	 MAX POLYTZER CAMACHO TELLO INGENIERO CIVIL CIP. 115101	1.0	
3	Ian Junius PEREZ CERNADES	102654	 INGENIERO CIVIL CIP. 102654	0.95	



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

RESISTENCIA A LA FLEXION DE VIGAS DE CONCRETO CON CARGAS A LO TERCIOS

(NTP 339.078 / ASTM C 78 / AASHTO T 97)

TITULO: "Propiedades físicas y mecánicas del concreto poroso $f_c=175$ kg/cm² en pavimento rígido empleando toba volcánica, Cusco 2022"

ELABORADO : Vilca Olivera, Miryan Augusta

UBICACIÓN: Cusco-Zurite -Santo Tomas

CRITERIOS DE VALIDACION:

Nula: > 0.53	Baja: 0.54 - 0.59	Valida: 0.66 - 0.71
Muy valida: 0.66 - 0.71	Excelente: 0.72-0.99	Perfecta: 1

Dosificación(%)	Curado	Especimen	Dimensiones			Tipo de falla	Carga(kg)	Resistencia a la flexion f_c (kg/cm ²)	Fc Promedio(kg /cm ²)
			Alto	Ancho	Luz libre				
Concreto patron									
0.00	7 dias								
	28 dias								
toba volcanica									
5%	7 dias								
	28 dias								
10%	7 dias								
	28 dias								
15%	7 dias								
	28 dias								

Nro.	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	FIRMA	CALIFICACION
1	QUISPE LOZANO KHORINA	119812	 INGENIERO CIVIL	0.92
2	Max Polytzer Camacho Tello	115101	 INGENIERO CIVIL	1.0
3	Ian JUNIUS PEREZ GERNADES	102654	 INGENIERO CIVIL	0.95



"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO F´C=175 KG/ CM2 EN EL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO,2022".

RESULTADO DE ROTURA DE VIGAS Y BRIQUETAS
INFORME TECNICO N° 085 - 2022

PROYECTO:

"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO F´C=175 KG/ CM2 EN EL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO,2022".



SOLICITANTE : Bach. MIRYAN AUGUSTA VILCA OLIVERA

RESPONSABLE : SAUL J. CHIPA CAHUANA
INGENIERO CIVIL
CIP 193001

UBICACIÓN : DISTRITO : CUSCO
PROVINCIA : CUSCO
DEPARTAMENTO: CUSCO

MAYO DEL 2022



"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO F'C=175 KG/ CM2 EN EL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO,2022".

1. RESULTADOS DE PROPIEDADES FISICAS.

TEMPERATURA, ASENTAMIENTO, PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO, CONTENIDO DE AIRE.

Proyecto: "PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO POROSO F'C= 175 KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO EMPLEADO TOBA VOLCANICO, CUSCO,202"

Solicitante: Bach. MIRYAN AUGUSTA VILCA OLIVERA

Concreto Patron			
MEDICION DE TEMPERATURA			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
TEMPERATURA (°C)	29.1	27.1	28.1

MEDICION DE ASENTAMIENTO			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
ASENTAMIENTO (Pulg)	0	0	0

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	9438.95	9438.95	9438.95
PESO DEL MOLDE gr	4810	4810	4810
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr	23154	23164	23146
PESO UNITARIO gr/cm3	1.94	1.94	1.94
PROMEDIO PESO UNITARIO (gr/cm3)	1.94		

MEDICION DE CONTENIDO DE AIRE			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
Contenido de Aire	16%	16%	17%





"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO F'C=175 KG/ CM2 EN EL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO,2022".

TEMPERATURA, ASENTAMIENTO, PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO, CONTENIDO DE AIRE.

Proyecto: "PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO POROSO F'C= 175 KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO EMPLEADO TOBA VOLCANICO, CUSCO,2022"

Solicitante: Bach. MIRYAN AUGUSTA VILCA OLIVERA

5% Concreto Patron			
MEDICION DE TEMPERATURA			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
TEMPERATURA (°C)	30.1	29.8	31.7

MEDICION DE ASENTAMIENTO			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
ASENTAMIENTO (Pulg)	0	0	0

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	9438.95	9438.95	9438.95
PESO DEL MOLDE gr	4810	4810	4810
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr	23379	23389	23371
PESO UNITARIO gr/cm3	1.97	1.97	1.97
PROMEDIO PESO UNITARIO (gr/cm3)	1.97		

MEDICION DE CONTENIDO DE AIRE			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
Contenido de Aire	17%	18%	17%





"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO F'C=175 KG/ CM2 EN EL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO,2022".

TEMPERATURA, ASENTAMIENTO, PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO, CONTENIDO DE AIRE.

Proyecto: "PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO POROSO F'C= 175 KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO EMPLEADO TOBA VOLCANICO, CUSCO,202"

Solicitante: Bach. MIRYAN AUGUSTA VILCA OLIVERA

10% Concreto Patron			
MEDICION DE TEMPERATURA			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
TEMPERATURA (°C)	30.1	31.8	31.9

MEDICION DE ASENTAMIENTO			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
ASENTAMIENTO (Pulg)	0	0	0

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	9438.95	9438.95	9438.95
PESO DEL MOLDE gr	4810	4810	4810
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr	23604	23614	23596
PESO UNITARIO gr/cm3	1.99	1.99	1.99
PROMEDIO PESO UNITARIO (gr/cm3)	1.99		

MEDICION DE CONTENIDO DE AIRE			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
Contenido de Aire	19%	19%	18%



"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO F'C=175 KG/ CM2 EN EL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO,2022".

TEMPERATURA, ASENTAMIENTO, PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO, CONTENIDO DE AIRE.

Proyecto: 'PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO POROSO F'C= 175 KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO EMPLEADO TOBA VOLCANICO, CUSCO,202'

Solicitante: Bach. MIRYAN AUGUSTA VILCA OLIVERA

15% Concreto Patron			
MEDICION DE TEMPERATURA			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
TEMPERATURA (°C)	31.5	32.3	32.2

MEDICION DE ASENTAMIENTO			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
ASENTAMIENTO (Pulg)	0	0	0

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	9438.95	9438.95	9438.95
PESO DEL MOLDE gr	4810	4810	4810
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr	23597	23607	23589
PESO UNITARIO gr/cm3	1.99	1.99	1.99
PROMEDIO PESO UNITARIO (gr/cm3)	1.99		

MEDICION DE CONTENIDO DE AIRE			
PRUEBAS N°	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03
Contenido de Aire	18%	19%	19%



"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO F'c=175 KG/ CM2 EN EL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO,2022".

2. ENSAYO DE PERMEABILIDAD EN CONCRETO POROSO.

ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO (ACI 522 R-10)

Proyecto: "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO F'c=175 KG/CM2 EN EL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO, 2022"
Solicitante: Bach. MIRYAN AUGUSTA VILCA CAHUANA

$$K = \frac{L}{t} \cdot \frac{a}{A} \cdot \ln \frac{h_1}{h_2}$$

DONDE:

- K: Coeficiente de Permeabilidad (cm/seg)
 L: Longitud de la Muestra(cm)
 a: Area de la muestra(cm²)
 A: Area de la Tubería de Carga(cm²)
 t: Tiempo que tarda en pasar de h1 hasta h2
 h1: Altura de agua medida de la parte superior de la muestra(cm).
 h2: Altura de tubería de salida de agua (cm).

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD EN EL CONCRETO POROSO												
Diseño	Muestra	Edad(días)	(t) seg.	(L)cm.	(D)cm	(d) cm.	(A) cm ² .	(a) cm ² .	(h2)cm.	(h1) cm	(k)cm/s	(k)mm/s
PATRON	M-1	28	55	15.24	15.02	15.07	177.18	452.39	25	65	0.6760	6.7601
5% PATRON	M-2	28	50	15.22	15.06	14.98	178.13	452.39	25	65	0.7387	7.3870
10% PATRON	M-3	28	46	15.23	15.04	15.11	177.65	452.39	25	65	0.8056	8.0560
15% PATRON	M-4	28	40	15.24	15.05	14.99	177.89	452.39	25	65	0.9258	9.2581



"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO $f'c=175$ KG/ CM² EN EL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO,2022".

3. RESULTADOS DE ROTURAS.

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO (NTP 339.034 / ASTM C39M)

PROYECTO: "PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO POROSO $f'c=175$ KG/CM² EN EL PAVIMENTO RIGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCANICO, CUSCO,2022".

UBICACIÓN : CUSCO
DISTRITO : CUSCO
PROVINCIA : CUSCO
DEPARTAMENTO : CUSCO
SOLICITADO POR : Bach.MIRYAN AUGUSTA VILCA OLIVERA
PROFESIONAL RESP : ING. SAÚL J. CHIPA CAHUANA

N°	DESCRIPCION	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (kg-f)	AREA (cm ²)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA
		H	D	MOLDEO	ROTURA							
1	CONCRETO PATRON	30	15	14/04/2022	21/04/2022	7	22550	177	127.61	175	72.9	CORTE
2	CONCRETO PATRON	30	15	14/04/2022	21/04/2022	7	23348	177	132.13	175	75.5	CORTE
3	CONCRETO PATRON	30	15	14/04/2022	21/04/2022	7	23110	177	130.78	175	74.7	CORTE
4	CONCRETO PATRON	30	15	14/04/2022	28/04/2022	14	29228	177	165.40	175	94.5	CORTE
5	CONCRETO PATRON	30	15	14/04/2022	28/04/2022	14	28715	177	162.50	175	92.9	CORTE
6	CONCRETO PATRON	30	15	14/04/2022	28/04/2022	14	29057	177	164.43	175	94.0	CORTE
7	CONCRETO PATRON	30	15	14/04/2022	12/05/2022	28	31624	177	178.96	175	102.3	CORTE
8	CONCRETO PATRON	30	15	14/04/2022	12/05/2022	28	31250	177	176.84	175	101.1	CORTE
9	CONCRETO PATRON	30	15	14/04/2022	12/05/2022	28	31245	177	176.82	175	101.0	CORTE



"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO $f'c=175$ KG/ CM² EN EL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO,2022".

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS
DE CONCRETO (NTP 339.034 / ASTM C39M)

PROYECTO: "PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO POROSO $f'c=175$ KG/CM² EN EL PAVIMENTO RIGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCANICO, CUSCO, 2022".

UBICACIÓN : CUSCO
DISTRITO : CUSCO
PROVINCIA : CUSCO
DEPARTAMENTO : CUSCO
SOLICITADO POR : Bach.MIRYAN AUGUSTA VILCA OLIVERA
PROFESIONAL RESP : ING. SAÚL J. CHIPA CAHUANA

N°	DESCRIPCION	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD DIAL CARG (DIAS)	AREA (cm ²)	ESFUERZO DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA		
		H	D	MOLDEO	ROTURA							
1	5% PATRON	30	15	14/04/2022	21/04/2022	7	21832	177	123.55	175	70.6	CORTE
2	5% PATRON	30	15	14/04/2022	21/04/2022	7	22176	177	125.49	175	71.7	CORTE
3	5% PATRON	30	15	14/04/2022	21/04/2022	7	22016	177	124.59	175	71.2	CORTE
4	5% PATRON	30	15	14/04/2022	28/04/2022	14	30014	177	169.85	175	97.1	CORTE
5	5% PATRON	30	15	14/04/2022	28/04/2022	14	29125	177	164.82	175	94.2	CORTE
6	5% PATRON	30	15	14/04/2022	28/04/2022	14	29026	177	164.26	175	93.9	CORTE
7	5% PATRON	30	15	14/04/2022	12/05/2022	28	31756	177	179.71	175	102.7	CORTE
8	5% PATRON	30	15	14/04/2022	12/05/2022	28	32156	177	181.97	175	104.0	CORTE
9	5% PATRON	30	15	14/04/2022	12/05/2022	28	31954	177	180.83	175	103.3	CORTE



"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO F' C=175 KG/ CM2 EN EL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO,2022".

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS
DE CONCRETO (NTP 339.034 / ASTM C39M)**

PROYECTO: "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO POROSO F' C=175 KG/CM2 EN EL PAVIMENTO RIGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCANICO, CUSCO,2022".

UBICACIÓN : CUSCO
DISTRITO : CUSCO
PROVINCIA : CUSCO
DEPARTAMENTO : CUSCO
SOLICITADO POR : Bach.MIRYAN AUGUSTA VILCA OLIVERA
PROFESIONAL RESP : ING. SAÚL J. CHIPA CAHUANA

Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD DIAL CARG (DIAS)	AREA (kg-f)	AREA (cm2)	ESFUERZO DISEÑO (Kg/cm2)	RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA	
		H	D	MOLDEO	ROTURA							
1	10 % PATRON	30	15	14/04/2022	21/04/2022	7	24108	177	136.43	175	78.0	CORTE
2	10 % PATRON	30	15	14/04/2022	21/04/2022	7	23692	177	134.07	175	76.6	CORTE
3	10 % PATRON	30	15	14/04/2022	21/04/2022	7	23393	177	132.38	175	75.6	CORTE
4	10 % PATRON	30	15	14/04/2022	28/04/2022	14	30759	177	174.07	175	99.5	CORTE
5	10 % PATRON	30	15	14/04/2022	28/04/2022	14	29689	177	168.01	175	96.0	CORTE
6	10 % PATRON	30	15	14/04/2022	28/04/2022	14	29891	177	169.15	175	96.7	CORTE
7	10 % PATRON	30	15	14/04/2022	12/05/2022	28	32259	177	182.55	175	104.3	CORTE
8	10 % PATRON	30	15	14/04/2022	12/05/2022	28	33311	177	188.51	175	107.7	CORTE
9	10 % PATRON	30	15	14/04/2022	12/05/2022	28	33787	177	191.20	175	109.3	CORTE



"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO $f'c=175$ KG/ CM² EN EL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO,2022".

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS
DE CONCRETO (NTP 339.034 / ASTM C39M)**

PROYECTO: "PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO POROSO $f'c=175$ KG/CM² EN EL PAVIMENTO RIGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCANICO, CUSCO,2022".

UBICACIÓN : CUSCO
DISTRITO : CUSCO
PROVINCIA : CUSCO
DEPARTAMENTO : CUSCO
SOLICITADO POR : Bach.MIRYAN AUGUSTA VILCA OLIVERA
PROFESIONAL RESP : ING. SAÚL J. CHIPA CAHUANA

N°	DESCRIPCION	MEDIDAS (cm)		FECHA		EDAD DIAL CARG (DIAS)	AREA (cm ²)	ESFUERZO DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)	TIPO DE FALLA		
		H	D	MOLDEO	ROTURA							
1	15 % PATRON	30	15	14/04/2022	21/04/2022	7	19396	177	109.76	175	62.7	CORTE
2	15 % PATRON	30	15	14/04/2022	21/04/2022	7	18846	177	106.65	175	60.9	CORTE
3	15 % PATRON	30	15	14/04/2022	21/04/2022	7	19683	177	111.39	175	63.6	CORTE
4	15 % PATRON	30	15	14/04/2022	28/04/2022	14	29246	177	165.50	175	94.6	CORTE
5	15 % PATRON	30	15	14/04/2022	28/04/2022	14	27866	177	157.69	175	90.1	CORTE
6	15 % PATRON	30	15	14/04/2022	28/04/2022	14	28246	177	159.84	175	91.3	CORTE
7	15 % PATRON	30	15	14/04/2022	12/05/2022	28	32345	177	183.04	175	104.6	CORTE
8	15 % PATRON	30	15	14/04/2022	12/05/2022	28	32123	177	181.78	175	103.9	CORTE
9	15 % PATRON	30	15	14/04/2022	12/05/2022	28	33627	177	190.30	175	108.7	CORTE



"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO $F'_{C}=175$ KG/ CM² EN EL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO,2022".

RESISTENCIA A LA FLEXION DE VIGAS DE CONCRETO CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO
NTP 339.078 / ASTM C 78 / AASHTO T 97

PROYECTO: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO POROSO $F'_{C}=175$ KG/CM² EN EL PAVIMENTO RIGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCANICO, CUSCO, 2022".

UBICACIÓN : CUSCO

DISTRITO : CUSCO

PROVINCIA : CUSCO

DEPARTAMENTO : CUSCO

SOLICITADO POR : Bach.MIRYAN AUGUSTA VILCA OLIVERA

PROFESIONAL RESP : ING. SAÚL J. CHIPA CAHUANA

Nº	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)				FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (Kg-f)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)	LUGAR DE FALLA
		H	A	L	D.A.*	MOLDEO	ROTURA						
1	CONCRETO PATRON	10	10	50	2.5	14/04/2022	21/04/2022	7	658	29.61	175	16.9	TERCIO CENTRAL
2	CONCRETO PATRON	10	10	50	2.5	14/04/2022	21/04/2022	7	699	31.46	175	18.0	TERCIO CENTRAL
3	CONCRETO PATRON	10	10	50	2.5	14/04/2022	12/05/2022	28	760	34.20	175	19.5	TERCIO CENTRAL
4	CONCRETO PATRON	10	10	50	2.5	14/04/2022	12/05/2022	28	845	38.03	175	21.7	TERCIO CENTRAL

OBSERVACIONES:

Las testigos fueron elaborados por el solicitante.

D.A.* : Distancia libre del apoyo al extremo de la viga





"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO F'c=175 KG/ CM2 EN EL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO,2022".

RESISTENCIA A LA FLEXION DE VIGAS DE CONCRETO CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO
NTP 339.078 / ASTM C 78 / AASHTO T 97

PROYECTO: "PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO POROSO F'c=175 KG/CM2 EN EL PAVIMENTO RIGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCANICO, CUSCO, 2022".

UBICACIÓN: CUSCO

DISTRITO: CUSCO

PROVINCIA: CUSCO

DEPARTAMENTO: CUSCO

SOLICITADO POR: Bach.MIRYAN AUGUSTA VILCA OLIVERA

PROFESIONAL RESP: ING. SAÚL J. CHIPA CAHUANA

N°	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)				FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (Kg-f)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DISEÑO (Kg/cm2)	RESISTENCIA (%)	LUGAR DE FALLA
		H	A	L	D.A.*	MOLDEO	ROTURA						
1	5% PATRON	10	10	50	2.5	14/04/2022	21/04/2022	7	689	31.01	175	17.7	TERCIO CENTRAL
2	5% PATRON	10	10	50	2.5	14/04/2022	21/04/2022	7	730	32.85	175	18.8	TERCIO CENTRAL
3	5% PATRON	10	10	50	2.5	14/04/2022	12/05/2022	28	792	35.64	175	20.4	TERCIO CENTRAL
4	5% PATRON	10	10	50	2.5	14/04/2022	12/05/2022	28	850	38.25	175	21.9	TERCIO CENTRAL

OBSERVACIONES:

Los testigos fueron elaborados por el solicitante.

D.A.* : Distancia libre del apoyo al extremo de la viga


Ing. Saúl J. Chipa Cahuana
INGENIERO CIVIL
CIP. 153061



"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO $f'c=175$ KG/ CM² EN EL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO,2022".

RESISTENCIA A LA FLEXION DE VIGAS DE CONCRETO CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO
NTP 339.078 / ASTM C 78 / AASHTO T 97

PROYECTO: "PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO POROSO $f'c=175$ KG/CM² EN EL PAVIMENTO RIGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCANICO, CUSCO,2022".

UBICACIÓN : CUSCO

DISTRITO : CUSCO

PROVINCIA : CUSCO

DEPARTAMENTO : CUSCO

SOLICITADO POR : Bach.MIRYAN AUGUSTA VILCA OLIVERA

PROFESIONAL RESP : ING. SAÚL J. CHIPA CAHUANA

Nº	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)				FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (Kg-f)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)	LUGAR DE FALLA
		H	A	L	D.A.*	MOLDEO	ROTURA						
1	10 % PATRON	10	10	50	2.5	14/03/2022	21/03/2022	7	756	34.02	175	19.4	TERCIO CENTRAL
2	10 % PATRON	10	10	50	2.5	14/03/2022	21/03/2022	7	798	35.91	175	20.5	TERCIO CENTRAL
3	10 % PATRON	10	10	50	2.5	14/03/2022	11/04/2022	28	865	38.93	175	22.2	TERCIO CENTRAL
4	10 % PATRON	10	10	50	2.5	14/03/2022	11/04/2022	28	825	37.13	175	21.2	TERCIO CENTRAL

OBSERVACIONES:

Los testigos fueron elaborados por el solicitante.

D.A.* : Distancia libre del apoyo al extremo de la viga



"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO F'C=175 KG/ CM2 EN EL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO,2022".

**RESISTENCIA A LA FLEXION DE VIGAS DE CONCRETO CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO
NTP 339.078 / ASTM C 78 / AASHTO T 97**

PROYECTO: "PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO POROSO F'C=175 KG/CM2 EN EL PAVIMENTO RIGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCANICO, CUSCO,2022".

UBICACIÓN : CUSCO

DISTRITO : CUSCO

PROVINCIA : CUSCO

DEPARTAMENTO : CUSCO

SOLICITADO POR : Bach.MIRYAN AUGUSTA VILCA OLIVERA

PROFESIONAL RESP : ING. SAÚL J. CHIPA CAHUANA

N°	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)				FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARG (Kg-f)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DISEÑO (Kg/cm2)	RESISTENCIA (%)	LUGAR DE FALLA
		H	A	L	D.A.*	MOLDEO	ROTURA						
1	15 % PATRON	10	10	50	2.5	14/04/2022	21/04/2022	7	735	33.08	175	18.9	TERCIO CENTRAL
2	15 % PATRON	10	10	50	2.5	14/04/2022	21/04/2022	7	766	34.47	175	19.7	TERCIO CENTRAL
3	15 % PATRON	10	10	50	2.5	14/04/2022	12/05/2022	28	803	36.14	175	20.6	TERCIO CENTRAL
4	15 % PATRON	10	10	50	2.5	14/04/2022	12/05/2022	28	791	35.60	175	20.3	TERCIO CENTRAL

OBSERVACIONES:

Los testigos fueron elaborados por el solicitante.

D.A.* : Distancia libre del apoyo al extremo de la viga

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los testigos fueron elaborados por el solicitante
2. El procedimiento para el ensayo de rotura de probetas de concreto fue realizado según lo estipulado en el Manual de Ensayo de materiales del MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, en su SECCIÓN N° 7 CONCRETO - MTC E 704
3. La fuerza flexionante se aplica al tercio de su longitud de la misma teniendo en consideración las distancias libres del apoyo a los extremos de la viga del claro conforme a la norma ASTM C 78 Y C293.
4. Las muestras deben tener una distancia libre entre apoyos de al menos, tres veces su altura, con una tolerancia del 2%. Los lados de la muestra deben formar ángulos rectos con las caras superior e inferior. Todas las superficies en contacto con los bloques de aplicación de carga y de soporte deben ser suaves y libres de grietas, identificación.
5. Las muestras deben ser ensayadas a los 7, 14 y 28 días preferentemente con un curado periódico durante los primeros 7 días.
6. El nivel de resistencia para cada clase de concreto se considera satisfactorio si cumple los siguientes requisitos:
 - Que los promedios aritméticos de todos los conjuntos de tres en tres resultados consecutivos de ensayo de resistencia (un ensayo es el promedio de resistencia de dos vigas), igualen o excedan el valor nominal especificado para $f'c$.
 - Que ningún resultado individual de los ensayos de resistencia (un ensayo es el promedio de resistencia de dos cilindros) tenga una resistencia inferior en 35 Mpa de $f'c$.
 - La evolución de la resistencia a flexión del concreto de acuerdo a su edad es el 10 - 20 % de la resistencia a compresión.
 - La evolución de la resistencia compresión del concreto de acuerdo a su edad es:

RESISTENCIA CONCRETO	DEL
EDAD	%
0	0
7	70
14	85
21	92
28	100

7. En conclusión, las vigas con adición de 10% supera a la viga con adición de 5% y 15% de acuerdo a la resistencia a flexión.
8. Las resistencias briquetas a compresión ensayadas con adición de 10% superaron satisfactoriamente al adición 5% y 15%.

PANEL FOTOGRAFICO



Figura 01: 5 % de Concreto patrón



Figura 02: Concreto patrón



Figura 03: 25% de concreto patrón



Figura 04: Concreto patrón



Figura 05 : Concreto patrón



Figura 06 : 5% de Concreto patrón



Figura 07: Concreto Patrón



Figura 08 : Concreto Patrón al 10 %



"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO F'c = 175 Kg/cm2 EN PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO 2022"

PROYECTO

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO F'c = 175 Kg/cm2 EN PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO 2022

ENSAYOS REALIZADOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 204 - 2016

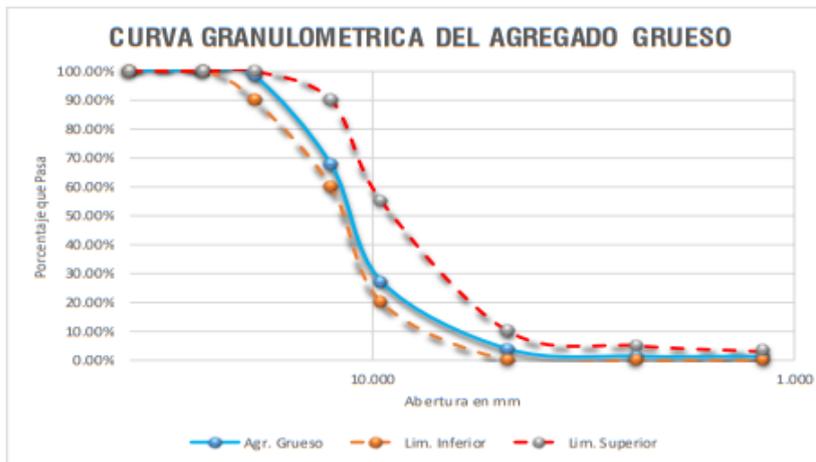
Proyecto: "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO F'c = 175 Kg/cm2 EN PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO 2022"

Ubicación: Sector: --- Provincia: **CUSCO** Fecha: **ABRIL, 2022**
 Distrito: --- Region: **CUSCO**
Hecho por: Muestreo: **Interesado** Material: **Agregado grueso**
 Cantera: **Zurite**

Solicitante: *Bach. Miryan Augusta Vilca Olivera*

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO								
Muestra inicial	1140.0 gr	Muestra lavada y secada	1131.0	Peso Recipiente	0.0 gr	HUSO 67		
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%RETENIDO ACUMULAD	%PASA	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
1 1/2	37.500	0.0	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
1	25.000	0.0	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
3/4	19.000	22.0	22.00	1.93%	1.93%	98.07%	90%	100%
1/2	12.500	350.0	350.00	30.70%	32.63%	67.37%	60%	90%
3/8	9.500	460.0	460.00	40.35%	72.98%	27.02%	20%	55%
N° 4	4.750	267.0	267.00	23.42%	96.40%	3.60%	0%	10%
N° 8	2.360	28.0	28.00	2.46%	98.86%	1.14%	0%	5%
N° 16	1.180	0.0	0.00	0.00%	98.86%	1.14%	0%	3%
N° 50	0.300	0.0	0.00	0.00%	98.86%	1.14%	0%	1%
N° 200	0.075	0.0	0.00	0.00%	98.86%	1.14%		
Cazuela		0.0	13.00	1.14%	100.00%			
TOTAL		1127.0	1140.0	100%				

Módulo de Fineza = 6.66





"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO F'c = 175 Kg/cm² EN PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO 2022"

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 204 - 2016

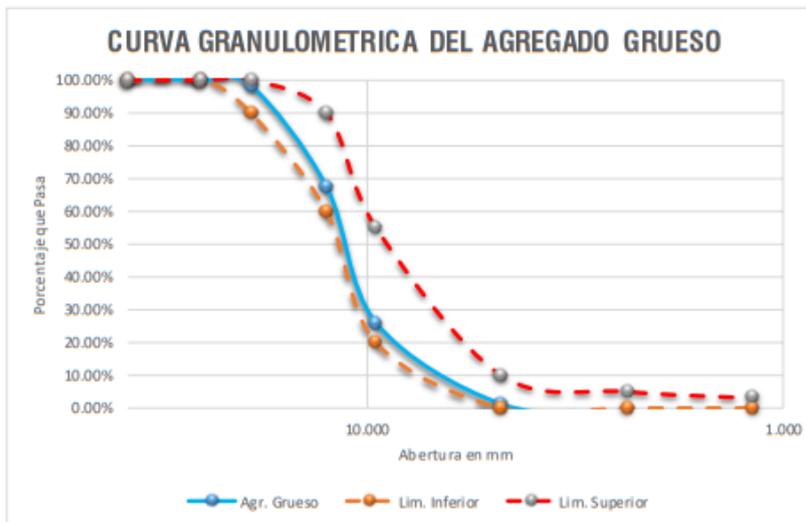
Proyecto: *PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO F'c = 175 Kg/cm² EN PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO 2022*

Ubicación: Sector: --- Provincia: **CUSCO** Fecha: **ABRIL, 2022**
 Distrito: --- Region: **CUSCO**
Hecho por: Muestreo: **Interesado** Material: **Toba volcanica**
 Cantera: _

Solicitante: *Bach. Miryan Augusta Vilca Olivera*

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO								
Muestra inicial	1100.0 gr	Muestra lavada y secada		1131.0	Peso Recipiente	0.0 gr	HUSO 67	
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%RETENIDO ACUMULAD	%PASA	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
1 1/2	37.500	0.0	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
1	25.000	0.0	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
3/4	19.000	19.0	19.00	1.73%	1.73%	98.27%	90%	100%
1/2	12.500	339.0	339.00	30.82%	32.55%	67.45%	60%	90%
3/8	9.500	458.0	458.00	41.64%	74.18%	25.82%	20%	55%
N° 4	4.750	273.0	273.00	24.82%	99.00%	1.00%	0%	10%
N° 8	2.360	31.0	31.00	2.82%	101.82%	-1.82%	0%	5%
N° 16	1.180	0.0	0.00	0.00%	101.82%	-1.82%	0%	3%
N° 50	0.300	0.0	0.00	0.00%	101.82%	-1.82%	0%	1%
N°200	0.075	0.0	0.00	0.00%	101.82%	-1.82%		
Cazuela		0.0	-20.00	-1.82%	100.00%			
TOTAL		1120.0	1100.0	100%				

Módulo de Fineza = 6.84





"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO F'c = 175 Kg/cm² EN PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO 2022"

**PESO UNITARIO SUELTO, COMPACTADO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO
MTC E 203 - 2016**

Proyecto: "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO F'c = 175 Kg/cm² EN PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO 2022"

Ubicación: Sector: --- Provincia: **CUSCO** Fecha: **ABRIL, 2022**
 Distrito: ---- Region: **CUSCO**
Hecho por: Muestreo: **Interesado** Material: **Agregado grueso**
 Cantera: **Zurite**

Solicitante: **Bach.Miryan Augusta Vilca Olivera**

PESO UNITARIO SUELTO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO		
DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Peso del Molde (gr)	4813	4813
Peso del Molde + Muestra Suelta (gr)	18932.0	18933.0
Peso de la Muestra Suelta (gr)	14119	14120
Volumen del Molde (cm ³)	9438.95	9438.95
Peso Unitario Suelto (gr/cm ³)	1.496	1.496
Peso Especifico (kg/m ³)	2634.538	2634.538
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1495.823	1495.929
Porcentaje de Vacios	43.22%	43.22%

Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1495.876
Porcentaje de Vacios	43.22%

PESO UNITARIO VARILLADO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO		
DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Número de Capas	3	3
Número de Golpes	25	25
Peso del Molde (gr)	4813	4813
Peso del Molde + Muestra Varillada (gr)	19390.0	19392.0
Peso de la Muestra Varillada (gr)	14577	14579
Volumen del Molde (cm ³)	9438.95	9438.95
Peso Unitario Varillado (gr/cm ³)	1.544	1.545
Peso Especifico (kg/m ³)	2634.538	2634.538
Peso Unitario Varillado (kg/m ³)	1544.35	1544.56
Porcentaje de Vacios	41.38%	41.37%

Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1544.45
Porcentaje de Vacios	41.38%


José Chipa Colanana
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 193061



"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO F'c = 175 Kg/cm² EN PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO 2022"

**PESO UNITARIO SUELTO, COMPACTADO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO
MTC E 203 - 2016**

Proyecto: "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO F'c = 175 Kg/cm² EN PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO 2022"

Ubicación: Sector: --- Provincia: **CUSCO** Fecha: **ABRIL, 2022**
 Distrito: ---- Region: **CUSCO**

Hecho por: Muestreo: **Interesado** Material: **Toba volcanica**
 Cantera: _

Solicitante: **Bach.Miryan Augusta Vilca Olivera**

PESO UNITARIO SUELTO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO		
DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Peso del Molde (gr)	4817	4817
Peso del Molde + Muestra Suelta (gr)	10984.0	10985.0
Peso de la Muestra Suelta (gr)	6167	6168
Volumen del Molde (cm ³)	9438.95	9438.95
Peso Unitario Suelto (gr/cm ³)	0.653	0.653
Peso Especifico (kg/m ³)	1514.042	1514.042
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	653.357	653.463
Porcentaje de Vacíos	56.85%	56.84%

Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	653.410
Porcentaje de Vacíos	56.84%

PESO UNITARIO VARILLADO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO		
DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Número de Capas	3	3
Número de Golpes	25	25
Peso del Molde (gr)	4817	4817
Peso del Molde + Muestra Varillada (gr)	11849.0	11850.0
Peso de la Muestra Varillada (gr)	7032	7033
Volumen del Molde (cm ³)	9438.95	9438.95
Peso Unitario Varillado (gr/cm ³)	0.745	0.745
Peso Especifico (kg/m ³)	1514.042	1514.042
Peso Unitario Varillado (kg/m ³)	745.00	745.10
Porcentaje de Vacíos	50.79%	50.79%

Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	745.05
Porcentaje de Vacíos	50.79%


José Chippo Calvario
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 193061



"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ EN PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO 2022"

PESO ESPECÍFICO, GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO

Proyecto: *PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ EN PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO 2022*

Ubicación: Sector: --- Provincia: **CUSCO** Fecha: **ABRIL, 2022**
Distrito: ---- Region **CUSCO**

Hecho por: Muestreo: **Interesado** Material: **Agregado grueso**
Cantera: **Zurite**

Solicitante: Bach. Miryan Augusta Vilca Olivera

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO (MTC E 206)	
DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01
Peso de la canastilla sumergida (gr)	728
Peso de la Muestra Seca (gr)	1968
Peso de la canastilla + muestra sumergida (gr)	1981
Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (gr)	2000
Peso del Agua Absorbida (gr)	32
Peso Especifico (gr/cm ³)	2.63
Capacidad de Absorción (%)	1.63%


 **José Chipu Cahuana**
INGENIERO CIVIL
CIP. 193061



"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ EN PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO 2022"

PESO ESPECÍFICO, GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LA TOBA VOLCANICA

Proyecto: "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ EN PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO 2022"

Ubicación: Sector: --- Provincia: **CUSCO** Fecha: **ABRIL, 2022**
Distrito: ---- Region **CUSCO**

Hecho por: Muestreo: **Interesado** Materia: **Toba volcanica**
Cantera: _

Solicitante: Bach.Miryra Augusta Vilca Olvera

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO (MTC E 206)	
DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01
Peso de la canastilla sumergida (gr)	728
Peso de la Muestra Seca (gr)	2480
Peso de la canastilla + muestra sumergida (gr)	1960
Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (gr)	2870
Peso del Agua Absorbida (gr)	390
Peso Especifico (gr/cm ³)	1.51
Capacidad de Absorción (%)	15.73%



José Chipa Cahua
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ EN PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO 2022"

ABRASION LOS ANGELES AL DESGASTE DEL MATERIAL GRUESO DE CANTERA

MTC E 207 -2016

Proyecto: **"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ EN PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO 2022"**

Ubicación: Sector: --- Provincia: **CUSCO** Fecha: **ABRIL, 2022**
Distrito: --- Region: **CUSCO**
Hecho por: Muestreo: **Interesado** Material: **Agregado grueso y fino**
Cantera: **Zurita**

Solicitante: **Bach. Miryan Augusta Vilca Olivera**

ABRASION LOS ANGELES AL DESGASTE	
Datos del ensayo	Muestra 01
Gradacion	B
Número de esteras	12
Peso que pasa tamiz 1 1/2" y retenido en 1" (gr)	0.00
Peso que pasa tamiz 1" y retenido en 3/4" (gr)	0.00
Peso que pasa tamiz 3/4" y retenido en 1/2" (gr)	2500.00
Peso que pasa tamiz 1/2" y retenido en 3/8" (gr)	2500.00
Peso que pasa tamiz 3/8" y retenido en 1/4" (gr)	0.00
Peso que pasa tamiz 1/4" y retenido en N° 4" (gr)	0.00
Peso total inicial (gr)	5000.00
Peso despues del ensayo tamizado por la malla N° 12 (gr)	4631.00
Peso total de desgaste (gr)	369.00
Desgaste (%)	7.38%

El valor al Desgaste de las particulas gruesas que conforman al material de (Cantera) es igual a 7.38%





"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO F'c = 175 Kg/cm² EN PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO 2022"

ABRASION LOS ANGELES AL DESGASTE DEL MATERIAL GRUESO DE CANTERA

MTC E 207 -2016

Proyecto: **"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO F'c = 175 Kg/cm² EN PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO 2022"**

Ubicación: Sector: --- Provincia: **CUSCO** Fecha: **ABRIL, 2022**
Distrito: ---- Region: **CUSCO**
Hecho por: Muestreo: **Interesado** Material: **Toba volcanica**
Cantera: _

Solicitante: **Bach.Miryan Augusta Vilca Olivera**

ABRASION LOS ANGELES AL DESGASTE	
Datos del ensayo	Muestra 01
Gradacion	B
Número de esferas	12
Peso que pasa tamiz 1 1/2" y retenido en 1" (gr)	0.00
Peso que pasa tamiz 1" y retenido en 3/4" (gr)	0.00
Peso que pasa tamiz 3/4" y retenido en 1/2" (gr)	2501.00
Peso que pasa tamiz 1/2" y retenido en 3/8" (gr)	2505.00
Peso que pasa tamiz 3/8" y retenido en 1/4" (gr)	0.00
Peso que pasa tamiz 1/4" y retenido en N° 4" (gr)	0.00
Peso total inicial (gr)	5006.00
Peso despues del ensayo tamizado por la malla N° 12 (gr)	3241
Peso total de desgaste (gr)	1765
Desgaste (%)	35.26%

El valor al Desgaste de las particulas gruesas que conforman al material de (Cantera) es igual a 35.26%


José Chipi Cabrero
INGENIERO CIVIL
CIP. 193001



"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ EN PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO 2022"

RESUMEN DE VALORES DE ENSAYO

Agregado Grueso		
Tamaño Máximo Nominal	1/2	"
Peso específico	2.63	gr/cm ³
Peso unitario suelto	1495.88	Kg/m ³
Peso unitario compactado	1544.45	Kg/m ³
Porcentaje de Absorción	1.63	%
Porcentaje de Humedad	0.09	%
Abrasión los ángeles al desgaste	7.38	%

RESUMEN DE VALORES DE ENSAYO

Toba volcánica		
Tamaño Máximo Nominal	1/2	"
Peso específico	1.51	gr/cm ³
Peso unitario suelto	653.4	Kg/m ³
Peso unitario compactado	745.05	Kg/m ³
Porcentaje de Absorción	15.7	%
Abrasión los ángeles al desgaste	35.26	%



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO POROSO

TABLA 01: CONTENIDO DE VACIOS SEGÚN LA RESISTENCIA A COMPRESION

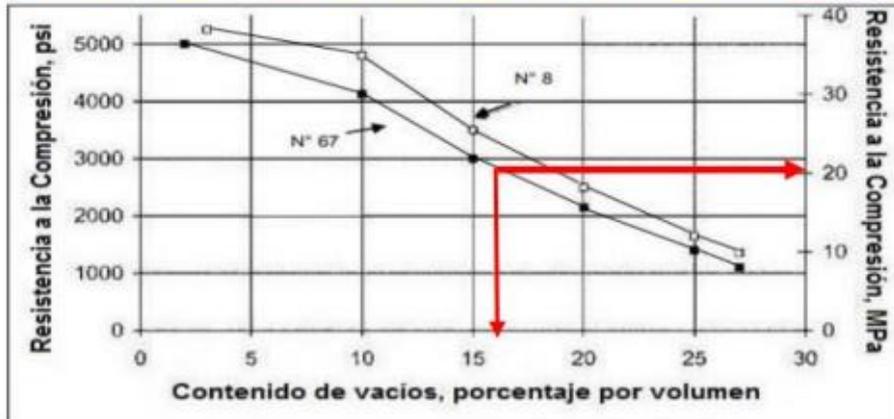
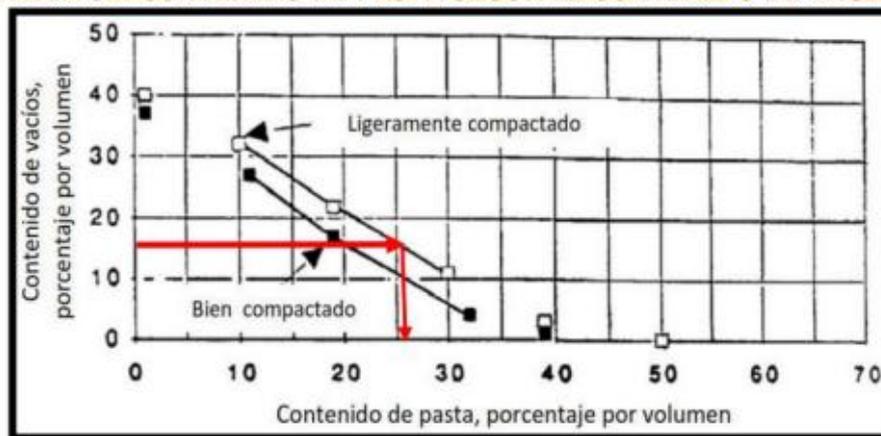


TABLA 02: CONTENIDO DE PASTA SEGÚN EL CONTENIDO DE VACIOS



NOTA: Las tablas fueron utilizados del ACI 522R-10



"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO F'c = 175 Kg/cm² EN PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO 2022"

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO POROSO

Proyecto: "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO F'c = 175 Kg/cm² EN PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO TOBA VOLCÁNICA, CUSCO 2022"

Ubicación: Sector: --- Provincia: **CUSCO** Fecha: **ABRIL, 2022**
 Distrito: ---- Region: **CUSCO**
 Hecho por: Muestreo: **Interesado** Material: **Agregado grueso**
 Cantera: **Zurite**

Solicitante: **Bach. Miryan Augusta Vilca Olivera**

DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO CON RESISTENCIA A LA COMPRESION DE 175 kg/cm²

DATOS		
f _{cr}	175	kg/cm ²
Factor de seguridad	15	kg/cm ²
f _{cr} (Diseño)	190	kg/cm ²

CEMENTO PORTLAND		
Peso específico	3.12	gr/cm ³

DATOS DE DISEÑO DEL AGREGADO GRUESO		
Tamaño máximo nominal	1/2	"
Peso específico	2634.54	kg/m ³
Peso unitario suelto	1495.88	kg/m ³
Peso unitario compactado	1544.45	kg/m ³
Absorción	1.63	%
Humedad	0.09	%

ROCESAMIENTO		
Asentamiento	0	Pulgadas
Volumen unitario de agua	127	L/m ³
Contenido de aire	17	%
Relación a/c	0.35	
Factor cemento	362.54	kg/m ³
# de bolsas	8.53	bolsas
Contenido agregado grueso	0.590	
Peso agregado grueso	911.23	kg/m ³

VOLUMEN ABSOLUTOS		
Contenido de Vacíos	17	%
Contenido de Pasta	0.240	m ³
Agregado grueso	0.590	m ³

Volumen de la pasta = Volumen del cemento + Volumen del agua

VOLUMEN DE LA PASTA		
Contenido de Cemento	362.538	kg
Contenido de Agua	126.888	Li

VALORES DE DISEÑO / M ³		
Cemento	362.54	kg
Agua	126.89	Li
Agregado grueso seco	911.23	kg

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
Cemento	362.54	kg/m ³
Agua	140.88	Li/m ³
Agregado grueso húmedo	912.05	kg/m ³

CANTIDAD DE MATERIALES Y PROPORCION				
Materiales	Cantidad /m ³	Proporción en Volumen por bolsa	Proporción en volumen para 1 m ³	Dosificación en Baldes (20 Litros)
Cemento	362.54 Kg	1.00 Bolsa	8.530 bolsas	1.0 Bolsa
Agua	140.88 L	16.52 Li	0.141 m ³	0.8 Baldes
Agr. Grueso	912.05 Kg	2.52 pie ³	0.610 m ³	3.5 Baldes

DOSIFICACION PARA BRIQUETAS

Materiales	Cantidad /m ³	Proporción para 1 Probeta	Proporción de Vaciado
Cemento	362.54 Kg	1.922 Kg	80.72 Kg
Agua	140.88 L	0.747 L	31.37 kg
Agr. Grueso	912.05 Kg	4.835 Kg	203.08 kg
Aditivo Silicem	4265.15 MI	22.611 MI	791.40 g



CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 202 -2021 PLF

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-07-07

1. SOLICITANTE : CONCHIPA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADO

DIRECCIÓN : PRO. ARICA NRO. SN APURIMAC - ABANCAY - ABANCAY

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MAQUINA DIGITAL PARA ENSAYOS DE CONCRETO A COMPRESIÓN

FABRICANTE : PINZUAR LTDA

MODELO : PC - 42

NÚMERO DE SERIE : 949

IDENTIFICACIÓN : NO INDICA

CARGA MÁXIMA (F_N) : 1000 kN

UBICACIÓN : NO INDICA

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-07-07

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

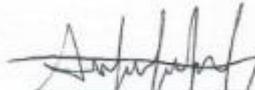
Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PINZUAR LTDA SUCURSAL DEL PERÚ no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

La calibración de la carga aplicada se realiza mediante comparación directa entre una celda de carga patrón y la celda de carga del instrumento.



Harold Jackson Orihuela Chipania
Responsable del Laboratorio de Metrología



Aaron Soriano Huerta
Técnico del Laboratorio de Metrología



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 202 -2021 PLF

Página 2 de 3

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de PINZUAR LTDA. SUCURSAL DEL PERÚ
Calle Ricardo palma 998 Urb. San Joaquín Bellavista - Callao

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final	
Temperatura	20,2	20,1	°C
H. h.	71,4	71,5	%

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de PINZUAR LTDA.	Celda de Carga	No. 6509

7. OBSERVACIONES

En el presente Certificado de calibración se le adjunta una etiqueta que indica CALIBRADO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Calle Ricardo Palma # 998 Urbanización San Joaquín / Bellavista - Callao | Teléfono: 51(1) 5621263 / 4641606 / 6830382 / 6830383 | Lima, Perú
peru.laboratorio@pinzuar.com.co | peru.comercial@pinzuar.com.co | www.pinzuar.com.co

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 202 -2021 PLF

Página 3 de 3

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

CALIBRACIÓN DE LA CARGA APLICADA

Indicación Máquina [kN]	Promedio Mediciones [kN]	Error [kN]	Incertidumbre [kN]
100,0	99,93	-0,07	0,10
200,0	200,07	0,07	0,04
300,0	299,90	-0,10	0,07
400,0	399,83	-0,17	0,04
500,0	500,13	0,13	0,04
600,0	600,08	0,08	0,08
700,0	700,07	0,07	0,04
800,0	799,97	-0,03	0,04
900,0	900,07	0,07	0,04
1000,0	1000,10	0,10	0,07

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Calle Ricardo Palma # 998 Urbanización San Joaquín / Bellavista - Callao | Teléfono: 51(1) 5621263 / 4641606 / 6830382 / 6830383 | Lima, Perú
peru.laboratorio@pinzuar.com.co | peru.comercial@pinzuar.com.co | www.pinzuar.com.co

DISPOSITIVO PARA ENSAYOS DE VIGAS A LA FLEXION

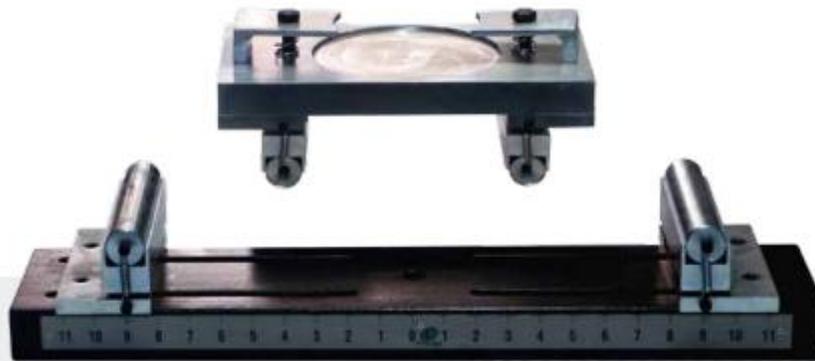
Ref. PC 105

Norma: INV 414 | ASTM C 78 | ASTM C 293

Es utilizado para ensayo de vigas a flexión con 3 o 4 apoyos. También es apto para ensayo a la flexión materiales de mampostería (adoquines, ladrillos, baldosas).

Incluye regla guía de 600 mm para ajustar distancia entre rodillos

- Permite ajustar la distancia entre apoyos: desde 100 mm hasta 600 mm
- Longitud de los apoyos: 160 mm.



**** Ideal para ensayo de vigas de 6" x 6" x 21" o 6" x 6" x 24" ****

EQUIPO PARA LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS - LABORATORIO DE METROLOGÍA ACREDITADO

Sede Principal - Carrera 108 N° 18 - 31 | Laboratorios - Calle 18 N° 1038-72 / PBX 7454555, Bogotá D.C., Colombia
Sede Lima, Perú Calle Ricardo Palma N°998 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao. Teléfonos 51(1)5621263-4641606. Lima, Perú
labmetrologia@pinzuar.com.co | ventas@pinzuar.com.co | peru.comercial@pinzuar.com.co
WWW.PINZUAR.COM.CO

Anexo 10. Panel fotográfico



Figura 01: 5 % de Concreto patrón



Figura 02: Concreto patrón



Figura 03: 25% de concreto patrón



Figura 04: Concreto patrón



Figura 05 : Concreto patrón



Figura 06 : 5% de Concreto patrón



Figura 07: Concreto Patrón



Figura 08: Concreto Patrón

Anexo 12. Estadística

DATOS ENVIADOS A SPSS.

	Tvolcanica	TresistenciaCompresion	Presistenciaflexion	Permeabilidad	Temperatura	PesoUnitario	ContenidoAire	var	var	var	var
1	,00	89,88	19,03	6,76	28,10	1,94	16,00				
2	,05	89,90	19,58	7,39	30,53	1,97	17,00				
3	,10	93,74	20,83	8,18	31,83	1,99	19,00				
4	,15	95,71	22,88	9,23	32,33	1,99	19,00				
5											
6											
7											
8											
9											
10											

PRUEBAS DE NORMALIDAD	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Tvolcanica	,993	4	,972
TresistenciaCompresion	,941	4	,661
P resistencia flexión	,971	4	,850
Permeabilidad	,989	4	,954
Temperatura	,839	4	,193
Peso Unitario	,927	4	,577
Contenido Aire	,863	4	,272

ESCALA PEARSON

$r = 1$	correlación perfecta.
$0'8 < r < 1$	correlación muy alta
$0'6 < r < 0'8$	correlación alta
$0'4 < r < 0'6$	correlación moderada
$0'2 < r < 0'4$	correlación baja
$0 < r < 0'2$	correlación muy baja
$r = 0$	correlación nula