



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO POROSO ELABORADO CON AGREGADO DE LAS CANTERAS VICHO Y ZURITE, ADICIONANDO ADITIVO SÚPER PLASTIFICANTE DE DENSIDAD 1.2 kg/l PARA UNA RESISTENCIA 210 kg/cm²”.

Presentado por:

Choque Ccaritayña, Hubert

Ccana Sicos, Juan Cesar

Para optar al Título Profesional de
Ingeniero Civil

Asesor:

Ing. Edson Julio Salas Fortón

CUSCO-PERÚ

2016

**DEDICATORIA.**

En primera instancia dedico este trabajo a Dios por haberme permitido desarrollar de la mejor manera esta investigación y llegar al momento más emotivo de mi formación profesional que sin la ayuda de nuestro Dios no podría haber logrado dicho honor.

A mi madre Susana Ccaritayña Huamawraymeque de Dios goce, quien fue el pilar para mis aspiraciones profesionales y por demostrarme siempre su amor, este logro es para ti madrecita linda gracias por haberme traído al mundo, educarme y encaminarme para ser un hombre de bien, gracias por todo madrecita linda.

A mi padre Justo Chogque Alata por ser la persona que siempre se preocupó por mí, desde el momento en que llegue al mundo, gracias padre, por tanto, es el primer logro que tengo y te lo debo a ti padre.

A mi hermano Walter Chogque Ccaritayña quien es la persona a quien guardo un inmenso cariño por estar siempre pendiente de mí en todos los momentos de mi vida.

A todos mis familiares quien siempre está nos apoyan en todo los momentos de la vida.

A mis amigas y amigos de la universidad con quienes compartí muchos momentos inolvidables en la casa universitaria.



*A todos los Docentes y compañeros de la universidad por ser parte de mi
formación profesional como ingeniero civil.*

Hubert Choqque Ccaritayña

**DEDICATORIA.**

A mis padres Celedonio y Benita, porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada una de mis metas, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

A mi hermana Martha que en paz descansa a ella por haberse sentido siempre orgulloso de mí y de mis ambiciones intelectuales. Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida. Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

A mi abuelito Pedro no me alcanzaría el papel para recordar todo lo que me ayudaste, que Dios te tenga en un descanso eterno.

A mi novia Ghossmeli Dayana y mi hija Kate Lynn fuente de mi inspiración para el logro de este objetivo tan anhelado por mí.



*A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo,
sincero e incondicional.*

*y a Dios que muchas veces figura ser el último como en esta ocasión, pero
sin su ayuda nada de lo que soy sería. ¡¡¡gracias, gracias y gracias!!!*

Juan Cesar Ceana Sicos.



AGRADECIMIENTO.

A nuestro padres por todo el apoyo incondicional que no brindo y permitírnos culminar nuestra formación profesional.

A nuestro asesor Edson Salas por guiarnos y motivarnos permanentemente durante la elaboración de la presente investigación.

A todos los profesores y compañeros de la universidad con quienes compartimos la aulas universitarias.



*"Aquellos que sueñas que puedes hacer
¡Comiéntalo ahora! La audacia tiene genio,
Poder y magia ¡comiéntalo ya!"
(Goethe)*



RESUMEN.

El presente trabajo de investigación tuvo como propósito evaluar el comportamiento de la resistencia a compresión y permeabilidad del Concreto Poroso, utilizando agregado de las canteras Vicho y Zurite, suministrándole aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l, esto con la intención de mejorar la resistencia a compresión del Concreto Poroso.

Pudiendo alcanzar la resistencia requerida de 210 kg/ cm² con la adición de 1.5% de aditivo súper plastificante añadido al concreto, y obteniendo una permeabilidad aceptable la cual se encuentra dentro del rango permisible indicado por la norma ACI-522R, en cual indica (0.14-1.22 cm/seg)

Si bien en nuestro país no se hace uso de este tipo de Concreto Poroso es justamente por la baja resistencia a compresión que esta llega a alcanzar y por ende no ser de utilidad en la construcción, es por ello que la investigación da solución al problema incrementando la resistencia a compresión, el cual se logró adicionando diferentes porcentajes de aditivos súper plastificante.

Además de lograr la resistencia máxima a compresión y una permeabilidad optima, la presente investigación brinda una alternativa de solución a un problema que el país atraviesa a lo largo del tiempo el cual es el problema de la escorrentía pluvial en las avenidas y calles de la ciudad, existiendo así encharcamientos en pleno centros de la población. Debido a ello se propone la solución de evacuar el exceso de agua por medio concreto poroso, conduciéndolos a lugares propicios para su almacenamiento y así de esta manera erradicar el problema.

Palabras clave: resistencia a compresión, permeabilidad, agregados, aditivo súper plastificante, permisible, norma ACI-522R, porcentaje, escorrentía.



ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the behavior of the compressive strength and permeability of Porous Concrete using aggregate from the Vicho and Zurite quarries, providing a super plasticizer additive of 1.2 kg / l density, with the intention of improving the resistance To compression of porous concrete.

It is possible to achieve the required strength of 210 kg / cm² with the addition of 1.5% of super plasticizer additive added to the concrete and obtaining an acceptable permeability which is within the permissible range indicated by ACI-522R, which indicates (0.14 -1.22 cm / sec)

Although this type of Porous Concrete is not used in our country, it is precisely because of the low compressive strength that it reaches and therefore is not useful in construction. This is why research provides a solution to the problem by increasing The compressive strength, which was achieved by adding different percentages of super plasticizer additives.

In addition to achieving maximum compressive strength and optima permeability, the present research provides an alternative solution to a problem that the country crosses over time which is the problem of rainfall runoff in the streets and streets of the city , Thus existing flooding in the center of the population. Due to this, the solution is proposed to evacuate the excess water by concrete porous means, leading them to places favorable for their storage and thus to eradicate the problem.

Key words: Compressive strength, permeability, aggregates, super plasticizer additive, permissible, standard ACI-522R, percentage, runoff.



INTRODUCCIÓN

En la actualidad el Concreto Poroso es uno de los elementos de construcción más utilizada en Latinoamérica, por su característica peculiar de drenar aguas pluviales, esto aún no se pone en práctica en el Perú porque todo queda en una investigación y por la baja resistencia a la compresión.

En el Perú no se cuenta con el uso de este tipo de concreto por no alcanzar a la resistencia a compresión requerida para obras de ingeniería, pues como sabemos en nuestro medio es común el uso de un concreto que alcance una resistencia a compresión de 210 kg/cm², razón por el cual es un tema innovador para cubrir muchas necesidad en obras de ingeniería.

Es por ello que es una alternativa la utilización de este tipo de concreto. En vista de ello es que en al presente investigación titulada "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO POROSO ELABORADO CON AGREGADO DE LAS CANTERAS VICHO Y ZURITE, ADICIONANDO ADITIVO SÚPER PLASTIFICANTE DE DENSIDAD 1.2 kg/l PARA UNA RESISTENCIA 210 kg/cm²", buscamos la utilización de este tipo de concreto en obras de ingeniería, para ello se elaboraron dos grupos de testigos cilíndricos, un grupo denominado patrón (Concreto poroso sin aditivo), otro grupo experimental con un diseño $f'c=210$ kg/cm² donde se adicionaron aditivos súper plastificantes en porcentajes (0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5%) respecto al peso del cemento. Estos testigos fueron sometidos a ensayos de resistencia a compresión y permeabilidad, luego se compararon con la resistencia de los testigos patrón sin aditivos, así mismo se comparó la permeabilidad.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	ix
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Identificación del problema.....	1
1.1.1. Descripción del problema.....	1
1.1.2. Formulación interrogativa del problema.....	1
1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general.....	1
1.1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos.....	2
1.2. Justificación e importancia de la investigación.....	2
1.2.1. Justificación técnica.....	2
1.2.2. Justificación social.....	3
1.2.3. Justificación por viabilidad.....	3
1.2.4. Justificación por relevancia.....	3
1.3. Limitaciones de la investigación.....	3
1.3.1. Limitaciones en el ámbito de material.....	3
1.3.2. Limitaciones en el ámbito de estudio.....	4
1.4. Objetivos de la investigación.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Hipótesis.....	5
1.5.1. Hipótesis general.....	5
1.5.2. Hipótesis específicos.....	5



- 1.6. Definición de variables6
- 1.6.1. Variables independientes6
- 1.6.2. Indicadores de variables independientes.6
- 1.6.3. Variables dependientes.....6
- 1.6.4. Indicadores de variables dependientes.6
- 1.6.5. Cuadro de operacionalizacion del variables.....7
- CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....8
- 2.1. Antecedentes de la tesis.....8
- 2.1.1. Antecedentes a nivel nacional.....8
- 2.1.2. Antecedentes a nivel internacional.....10
- 2.2. Aspecto teóricos pertinentes.11
- 2.2.1. Concreto11
- 2.2.1.1. Tipos de concreto.....11
- 2.2.1.1.1. Concreto simple.....11
- 2.2.1.1.2. Concreto Armado11
- 2.2.1.1.3. Concreto De Peso Normal.....11
- 2.2.1.1.4. Concreto Pre Fabricado.....12
- 2.2.1.1.5. Concreto Ciclópeo.....12
- 2.2.1.1.6. Concreto De Cascote.....12
- 2.2.1.1.7. Concreto Premezclado12
- 2.2.1.1.8. Concreto Bombeado12
- 2.2.1.1.9. Concreto Poroso12
- 2.2.1.2. Importancia Del Concreto.....12
- 2.2.1.3. Composición Del Concreto.....13
- 2.2.1.3.1. Agregados.....13
- 2.2.1.3.1.1. Clasificación de los agregados14
- 2.2.1.3.1.2. Propiedades de los agregados15



ELABORACIÓN DE LA RESISTENCIA COM RESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO POROSO ELABORADO CON
AGREGADO DE LAS CANTERAS VICHO Y ZURITE, ADICIONANDO ADITIVO SÚPER PLASTIFICANTE DE DENSIDAD 1.2
kg/l PARA UNA RESISTENCIA 210 kg/cm²

2.2.1.3.2.	Cemento.....	16
2.2.1.3.2.1.	Tipos de cemento.....	16
2.2.1.3.2.1.1.	Cemento Portland Ip.....	17
2.2.1.3.2.1.2.	Puzolana.....	18
2.2.1.3.3.	Agua.....	18
2.2.1.3.4.	Aditivo.....	18
2.2.1.3.4.1.	Clasificación de los aditivos.....	19
2.2.1.3.4.1.1.	Súper reductores de agua (súper plastificante).....	20
2.2.2.	Concreto Poroso.....	20
2.2.2.1.	Propiedades del concreto poroso.....	20
2.2.2.1.1.	Propiedades en estado fresco.....	20
2.2.2.1.2.	Propiedades en estado endurecido.....	21
2.2.2.1.3.	Propiedades mecánica.....	21
2.2.3.	Ventajas y desventajas del concreto poroso.....	22
2.2.3.1.	Ventajas.....	22
2.2.3.2.	Desventajas.....	23
2.2.4.	Aplicaciones del concreto poroso.....	23
2.2.5.	Ensayos de prueba en laboratorio.....	24
2.2.5.1.	Muestreo de agregados en campo. (NTP - 400.012).....	24
2.2.5.2.	Granulometría. (NTP 400.012).....	25
2.2.5.4.	Peso específico y absorción (NTP - 400.021, NTP - 400.022).....	28
2.2.5.4.1.	Definiciones.....	28
2.2.5.4.1.1.	Peso específico aparente.....	28
2.2.5.4.1.2.	Peso específico de masa.....	28
2.2.5.4.1.3.	Peso específico de masa superficialmente seca.....	29
2.2.5.4.1.4.	Absorción de los agregados.....	29
2.2.5.5.	Ensayo de permeabilidad.....	29



2.2.6.	Método del comité 211 del ACI.....	30
2.2.7.	Diseño de mezcla para el concreto permeable	31
2.2.8.	Elaboración y curado de briquetas.....	32
2.2.9.	Resistencia a compresión del concreto	32
2.2.10.	Curado del concreto.....	33
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....		34
3.1.	Metodología de la investigación.....	34
3.1.1.	Tipo de investigación.....	34
3.1.2.	Nivel de investigación.....	34
3.1.3.	Método de investigación.....	34
3.2.	Diseño de la investigación.....	35
3.2.1.	Diseño metodológico.....	35
3.2.2.	Diseño de ingeniería.....	36
3.3.	Población y muestra.....	37
3.3.1.	Población.....	37
3.3.1.1.	Descripción de la población.....	37
3.3.1.2.	Cuantificación de la población.....	37
3.3.2.	Muestra.....	38
3.3.2.1.	Descripción de la muestra.....	38
3.3.2.2.	Cuantificación de la muestra.....	38
3.3.2.3.	Método de muestreo.....	38
3.3.2.4.	Criterios de evaluación de la muestra.....	38
3.3.3.	Criterios de inclusión.....	39
3.4.	Instrumento.....	39
3.4.1.	Instrumento metodológico.....	39
3.4.2.	Instrumento de ingeniería.....	46
3.5.	Procedimiento de recolección de datos.....	46



ELABORACION DE LA RESISTENCIA COM RESION Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO POROSO ELABORADO CON AGREGADO DE LAS CANTERAS VICHO Y ZURITE, ADICIONANDO ADITIVO SÚPER PLASTIFICANTE DE DENSIDAD 1.2 kg/l PARA UNA RESISTENCIA 210 kg/cm2”

- 3.5.1. Muestreo de agregados en campo.....46
- 3.5.2. Granulometría. (NTP 400.012)49
- 3.5.3. Peso unitario y contenido de humedad. (NTP 400.017, 400.010).....55
- 3.5.4. Peso específico y absorción (NTP - 400.021, NTP - 400.022).....64
- 3.5.5. Diseño de mezcla del concreto poroso con un porcentaje de vacíos de 1.5%.....70
- 3.5.6. Elaboración, curado y rotura de briquetas.....73
- 3.5.7. Ensayo de permeabilidad.....94
- 3.6. Procedimiento de análisis de datos.100
- 3.6.1. Muestreo de agregados en campo.....100
- 3.6.1.1. Cálculos, diagrama y análisis de muestreo en campo.100
- 3.6.2. Granulométrico de agregados de Vicho y Zurite.101
- 3.6.2.1. Cálculos, diagrama y análisis de la granulometría del agregado fino de la cantera de Zurite.101
- 3.6.2.2. Cálculos, diagrama y análisis de la granulometría del agregado fino de la cantera de vicho.102
- 3.6.2.3. Cálculos, diagrama y análisis de granulometría combinada de Vicho y Zurite. 103
- 3.6.2.4. Cálculos, diagrama y análisis de granulometría del agregado grueso de la cantera de Vicho.105
- 3.6.3. Peso unitario y contenido de humedad de los agregados de Vicho y Zurite106
- 3.6.3.1. Calculo, diagrama y análisis de peso unitario compacto de agregado grueso de Vicho.....106
- 3.6.3.2. Calculo, diagrama y análisis de peso unitario suelto de agregado grueso de Zurite.....107
- 3.6.3.3. Calculo, diagrama y análisis de peso unitario del combinado de finos de Vicho y Zurite.....108
- 3.6.3.4. Calculo, diagrama y análisis de contenido de humedad de los agregados de Vicho y Zurite.....109



EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO POROSO ELABORADO CON AGREGADO DE LAS CANTERAS VICHO Y ZURITE, ADICIONANDO ADITIVO SÚPER PLASTIFICANTE DE DENSIDAD 1.2 kg/l PARA UNA RESISTENCIA 210 kg/cm²

3.6.4.	Peso específico y absorción	110
3.6.5.	Resistencia a compresión.....	113
3.6.5.1.	Rotura de briqueta a compresión del concreto poroso a la edad de 7 días con un porcentaje de 0% de aditivo súper plastificante.....	113
3.6.5.2.	La rotura de briqueta a compresión del concreto poroso a la edad de 14 días con un porcentaje de 0% de aditivo súper plastificante.	115
3.6.5.3.	Rotura de briqueta a compresión del concreto poroso a la edad de 28 días con un porcentaje de 0% de aditivo súper plastificante.	116
3.6.5.4.	Rotura de briqueta a compresión del concreto poroso a la edad de 7 días con un porcentaje de 0.5% de aditivo súper plastificante.....	117
3.6.5.5.	Rotura de briqueta a compresión del concreto poroso a la edad de 14 días con un porcentaje de 0.5% de aditivo súper plastificante.	118
3.6.5.6.	Rotura de briqueta a compresión del concreto poroso a la edad de 28 días con un porcentaje de 0.5% de aditivo súper plastificante.	119
3.6.5.7.	Rotura de briqueta a compresión del concreto poroso a la edad de 7 días con un porcentaje de 1% de aditivo súper plastificante.....	120
3.6.5.8.	Rotura de briqueta a compresión del concreto poroso a la edad de 14 días con un porcentaje de 1% de aditivo súper plastificante.	122
3.6.5.9.	Rotura de briqueta a compresión del concreto poroso a la edad de 28 días con un porcentaje de 1% de aditivo súper plastificante.	123
3.6.5.10.	Rotura de briqueta a compresión del concreto poroso a la edad de 7 días con un porcentaje de 1.5% de aditivo súper plastificante.....	125
3.6.5.11.	Rotura de briqueta a compresión del concreto poroso a la edad de 14 días con un porcentaje de 1.5% de aditivo súper plastificante.	126
3.6.5.12.	Rotura de briqueta a compresión del concreto poroso a la edad de 28 días con un porcentaje de 1.5% de aditivo súper plastificante.	128
3.6.5.13.	Rotura de briqueta a compresión del concreto poroso a la edad de 7 días con un porcentaje de 2% de aditivo súper plastificante.....	129
3.6.5.14.	Rotura de briqueta a compresión del concreto poroso a la edad de 14 días con un porcentaje de 2% de aditivo súper plastificante.	131



3.6.5.15. Rotura de briqueta a compresión del concreto poroso a la edad de 28 días con un porcentaje de 2% de aditivo súper plastificante. 132

3.6.5.16. Rotura de briqueta a compresión del concreto poroso a la edad de 7 días con un porcentaje de 2.5% de aditivo súper plastificante..... 134

3.6.5.17. Rotura de briqueta a compresión del concreto poroso a la edad de 14 días con un porcentaje de 2.5% de aditivo súper plastificante. 135

3.6.5.18. Rotura de briqueta a compresión del concreto poroso a la edad de 28 días con un porcentaje de 2.5% de aditivo súper plastificante. 137

3.6.6. Permeabilidad de concreto poroso..... 138

3.6.6.1. Calculo, diagrama y análisis de la permeabilidad del concreto poroso. 138

CAPÍTULO IV. RESULTADOS..... 140

4.1. Resultado obtenidos de la investigación 140

4.1.1. Resultado general..... 140

4.1.1.1. Resultados N° 1 142

4.1.1.2. Resultados N° 2 143

4.1.1.3. Resultados N° 3 144

4.1.1.4. Resultados N° 4 145

4.1.1.5. Resultados N° 5 146

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN. 147

GLOSARIO..... 149

CONCLUSIÓN..... 151

Conclusión 1:..... 151

Conclusión 2:..... 151

RECOMENDACIONES..... 154

REFERENCIAS..... 155

ANEXOS..... 155



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de operacionalización de variables.7

Tabla 2. Límites de porcentajes agregado fino.25

Tabla 3. Límites de porcentajes agregado grueso.25

Tabla 4. Testigo de concreto para rotura a compresión.37

Tabla 5. Testigo de concreto para ensayo de permeabilidad.37

Tabla 6. Cantidad de material para los ensayos.48

Tabla 7. Peso retenido de agregado fino, cantera de Zurite.53

Tabla 8. Peso retenido de agregado fino, cantera de Vicho.53

Tabla 9. Peso retenido combinado de las canteras de Vicho y Zurite.54

Tabla 10. Peso retenido del agregado grueso, cantera de Vicho.54

Tabla 11. Datos obtenidos para el cálculo de peso unitario del agregado grueso suelto.62

Tabla 12. Datos obtenidos para el cálculo de peso unitario del agregado grueso compacto.63

Tabla 13. Datos obtenidos para el cálculo de peso unitario del agregado fino suelto.63

Tabla 14. Datos obtenidos para el cálculo del contenido de humedad del agregado fino y grueso.64

Tabla 15. Datos para el cálculo de peso específico del agregado grueso de Vicho.69

Tabla 16. Datos para el cálculo de peso específico del agregado fino de la combinación de agregado Vicho y Zurite.70

Tabla 17. Esfuerzo promedio requerido a compresión f'_{cr} (kg/cm²)70

Tabla 18. Cuadro de asentamientos para determinadas pulgadas.71

Tabla 19. Cuadro de volumen de agua para de asentamiento "0"71

Tabla 20. Cuadro de volumen de agua para de asentamiento "0"71

Tabla 21. Cuadro de relación AG/C.72

Tabla 22. Cuadro de relación AF/AG72

Tabla 23. Cuadro de peso y volumen de materiales del C°P°72

Tabla 24. Cuadro de corrección de la humedad y la proporción en peso y volumen72

Tabla 25. Datos de rotura de briquetas con 0% de aditivo súper plastificante a los 7 días.85

Tabla 26. Datos de rotura de briquetas con 0% de aditivo súper plastificante a los 14 días.85



EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO POROSO ELABORADO CON AGREGADO DE LAS CANTERAS VICHO Y ZURITE, ADICIONANDO ADITIVO SÚPER PLASTIFICANTE DE DENSIDAD 1.2 kg/l PARA UNA RESISTENCIA 210 kg/cm²

Tabla 27. Datos de rotura de briquetas con 0% de aditivo súper plastificante a los 28 días.....86

Tabla 28. Datos de rotura de briquetas con 0.5% de aditivo súper plastificante a los 7 días.....86

Tabla 29. Datos de rotura de briquetas con 0.5% de aditivo súper plastificante a los 14 días.....87

Tabla 30. Datos de rotura de briquetas con 0.5% de aditivo súper plastificante a los 28 días.....87

Tabla 31. Datos de rotura de briquetas con 1% de aditivo súper plastificante a los 7 días.....88

Tabla 32. Datos de rotura de briquetas con 1% de aditivo súper plastificante a los 14 días.....88

Tabla 33. Datos de rotura de briquetas con 1% de aditivo súper plastificante a los 28 días.....89

Tabla 34. Datos de rotura de briquetas con 1.5% de aditivo súper plastificante a los 7 días.....89

Tabla 35. Datos de rotura de briquetas con 1.5% de aditivo súper plastificante a los 14 días.....90

Tabla 36. Datos de rotura de briquetas con 1.5% de aditivo súper plastificante a los 28 días.....90

Tabla 37. Datos de rotura de briquetas con 2% de aditivo súper plastificante a los 7 días.....91

Tabla 38. Datos de rotura de briquetas con 2% de aditivo súper plastificante a los 14 días.....91

Tabla 39. Datos de rotura de briquetas con 2% de aditivo súper plastificante a los 14 días.....92

Tabla 40. Datos de rotura de briquetas con 2.5% de aditivo súper plastificante a los 7 días.....92

Tabla 41. Datos de rotura de briquetas con 2.5% de aditivo súper plastificante a los 14 días.....93

Tabla 42. Datos de rotura de briquetas con 2.5% de aditivo súper plastificante a los 28 días.....93

Tabla 43. Datos de ensayo de permeabilidad de 3 muestras con 0%, 0.5%,1%.....99

Tabla 44. Datos de ensayo de permeabilidad 3 muestras 1.5%,2%, 2.5%.....99

Tabla 45. Muestreo en campo de los agregados de Vicho y Zurite.100



EVALUACION DE LA RESISTENCIA COMPRESION Y TENSIÓN DEL CONCRETO FORTALECIDO CON AGREGADO DE LAS CANTERAS VICHO Y ZURITE, ADICIONANDO ADITIVO SÚPER PLASTIFICANTE DE DENSIDAD 1.2 kg/l PARA UNA RESISTENCIA 210 kg/cm2"

Tabla 46. Granulometría de agregado fino cantera de Zurite.....101

Tabla 47. Granulometría de agregado fino cantera de Vicho.....102

Tabla 48. Granulometría del combinado del finos Vicho y Zurite.....103

Tabla 49. Granulometría de agregado grueso cantera de Vicho.....105

Tabla 50. Peso unitario compacto del agregado grueso de Vicho.....106

Tabla 51. Peso unitario suelto del agregado grueso de vicho.....107

Tabla 52. Peso unitario del agregado fino combinado de Vicho y Zurite.....108

Tabla 53. Contenido de humedad de los agregados Vicho y Zurite.....109

Tabla 54. Datos para el cálculo de peso específico agregado grueso de Vicho.....110

Tabla 55. Valores del cálculo para el peso específico y absorción.....111

Tabla 56. Resistencia promedio del C°P°, edad 7 con 0% aditivo súper plastificante.
.....113

Tabla 57. Resistencia promedio del C°P°, edad 14 con 0% aditivo súper plastificante.
.....115

Tabla 58. Resistencia promedio del C°P°, edad 28 con 0% aditivo súper plastificante.
.....116

Tabla 59. Resistencia promedio del C°P°, edad 7 con 0.5% aditivo súper plastificante.
.....117

Tabla 60. Resistencia promedio del C°P°, edad 14 con 0.5% aditivo súper plastificante.
.....118

Tabla 61. Resistencia promedio del C°P°, edad 28 con 0.5% aditivo súper plastificante.
.....119

Tabla 62. Resistencia promedio del C°P°, edad 7 con 1 % aditivo súper plastificante.
.....120

Tabla 63. Resistencia promedio del C°P°, edad 14 con 1 % aditivo súper plastificante.
.....122

Tabla 64. Resistencia promedio del C°P°, edad 28 con 1 % aditivo súper plastificante.
.....123

Tabla 65. Resistencia promedio del C°P°, edad 7 con 1.5 % aditivo súper plastificante.
.....125

Tabla 66. Resistencia promedio del C°P°, edad 14 con 1.5 % aditivo súper plastificante.
.....126

Tabla 67. Resistencia promedio del C°P°, edad 28 con 1.5 % aditivo súper plastificante.
.....128



Tabla 68. Resistencia promedio del C°P°, edad 7 con 2 % aditivo súper plastificante.
..... 129

Tabla 69. Resistencia promedio del C°P°, edad 14 con 2 % aditivo súper plastificante.
..... 131

Tabla 70. Resistencia promedio del C°P°, edad 28 con 2 % aditivo súper plastificante.
..... 132

Tabla 71. Resistencia promedio del C°P°, edad 7 con 2.5 % aditivo súper plastificante.
..... 134

Tabla 72. Resistencia promedio del C°P°, edad 14 con 2.5 % aditivo súper plastificante.
..... 135

Tabla 73. Resistencia promedio del C°P°, edad 28 con 2.5 % aditivo súper plastificante.
..... 137

Tabla 74. Coeficiente de permeabilidad de 3 muestras con 0%, 05%,1% de aditivo
Súper Plastificante 138

Tabla 75. Coeficiente de permeabilidad de 3 muestras con 1.5%, 2%,2.5% de aditivo
Súper Plastificante 138

Tabla 76. Cuadro resumen de resultados de ensayo de resistencia a compresión y
permeabilidad..... 140

Tabla 77. Cuadro resumen, características de los agregado Vicho y Zurite. 142

Tabla 78. Resistencia máxima alcanzada a la edad de 28 días sin adición de aditivo
súper plastificante 143

Tabla 79. Resistencia máxima alcanzada a la edad de 28 días con 1.5% adición de
aditivo súper plastificante 144

Tabla 80. Variación porcentual de la resistencia a la edad 28 días. 145

Tabla 81. Coeficiente de permeabilidad para una resistencia máxima alcanzada de 1.5%
de aditivo adicionado. 146

Tabla 82. Diferencia de costos del concreto poroso con 0% y 1.5% de aditivo súper
plastificante..... 148



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pavimentos con Concreto Poroso. 24

Figura 2. Ficha de laboratorio para granulometría de agregado fino. 40

Figura 3. Ficha de laboratorio para granulometría de agregado grueso. 41

Figura 4. Ficha de laboratorio para peso específico. 42

Figura 5. Ficha de laboratorio para peso unitario de agregado fino y grueso y humedad. 43

Figura 6. Ficha de laboratorio para ensayo de coeficiente de permeabilidad. 44

Figura 7. Ficha de laboratorio para resistencia a compresión. 45

Figura 8. Muestreo del agregado grueso y fino de las canteras Vicho y Zurite. 47

Figura 9. Muestreo del agregado grueso de Vicho. 48

Figura 10. Muestreo del agregado fino de Zurite. 48

Figura 11. Selección del agregado grueso Vicho. 49

Figura 12. Muestra seleccionada para su posterior pesado. 49

Figura 13. Pesado de la muestra. 50

Figura 14. Pesado de la muestra. 50

Figura 15. Muestra del agregado grueso puesta al horno. 50

Figura 16. Ordenamiento de los tamices. 51

Figura 17. Agregado grueso a punto de ser tamizado. 51

Figura 18. Pesado de la bandeja. 51

Figura 19. Muestra retenida en los tamices. 52

Figura 20. Muestra en proceso de pesado. 52

Figura 21. Peso del recipiente. 55

Figura 22. Caída del agregado grueso. 56

Figura 23. Apisonado del material con la varilla. 56

Figura 24. Enrazado de la muestra. 57

Figura 25. Peso del recipiente. 57

Figura 26. Peso del recipiente. 58

Figura 27. Llenado del recipiente con el material grueso. 58

Figura 28. Pesado del agregado más el recipiente. 59

Figura 29. Agregado fino, puesto en el recipiente. 59

Figura 30. Nivelado del material en el recipiente. 60

Figura 31. Pesado del agregado fino más recipiente. 60



EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA COMPRESIÓN Y TENSIÓN DEL CONCRETO POROSO ELABORADO CON AGREGADO DE LAS CANTERAS VICHO Y ZURITE, ADICIONANDO ADITIVO SÚPER PLASTIFICANTE DE DENSIDAD 1.2 kg/l PARA UNA RESISTENCIA 210 kg/cm²

Figura 32. Pesado de la tara.....	61
Figura 33. Pesado del agregado húmedo.....	61
Figura 34. Colocado de la muestra al horno.....	62
Figura 35. Material grueso saturado.	65
Figura 36. Material saturado sumergido al agua.....	65
Figura 37. Material saturado sumergido al agua.....	66
Figura 38. Peso de material fino.	66
Figura 39. Realización de los golpes en el cono truncado.....	67
Figura 40. Peso del picnómetro más contenido de agua hasta la marca.	67
Figura 41. Vaciado del agua hasta la mitad.	68
Figura 42. Peso de material fino.....	68
Figura 43. Peso de material fino.....	69
Figura 44. Agregado para la elaboración de briquetas.....	73
Figura 45. Moldes debidamente engrasadas.	74
Figura 46. Medida del agregado por volumen.....	74
Figura 47. Agregado grueso más el 5% de agregado fino.....	74
Figura 48. Cemento medido en volumen.....	75
Figura 49. Mezclado del concreto.....	75
Figura 50. Suministro de agua al concreto.....	76
Figura 51. Pesado del aditivo súper plastificante.....	76
Figura 52. Porcentaje de aditivos añadiéndolo a la mezcla.....	77
Figura 53. Mezclado manual del concreto.....	77
Figura 54. Moldes engrasadas antes de colocar el concreto.....	78
Figura 55. Colocado de concreto al molde.....	78
Figura 56. Apisonado de las tres capas del concreto en el molde.....	78
Figura 57. Briquetas elaboradas primera parte.....	79
Figura 58. Desmolde de las briquetas elaboradas.....	79
Figura 59. Briquetas con 0% de aditivo súper plastificante.....	80
Figura 60. Briquetas con 0.5% de aditivo súper plastificante.	80
Figura 61. Briquetas con 1% de aditivo súper plastificante.....	80
Figura 62. Briquetas con 1.5% de aditivo súper plastificante.	81
Figura 63. Briquetas con 2% de aditivo súper plastificante.....	81
Figura 64. Briquetas con 2.5% de aditivo súper plastificante.	81
Figura 65. Curado de las briquetas.	82



Figura 66. Testigos de concreto a punto de ser ensayadas.....82

Figura 67. Medición del diámetro del Concreto Poroso.83

Figura 68. Testigo de concreto colocado en la maquina compresora.....83

Figura 69. Inicio de la prueba a compresión.....84

Figura 70. Momento en que fallo la briqueta de Concreto Poroso.84

Figura 71. Tubería PVC de 4" de diámetro.....94

Figura 72. Medición del tubo de 4" a 50 cm de longitud.....95

Figura 73. Cortado del tubo de 4"95

Figura 74. Concreto en el molde de tubo PVC de 4" y 50 cm de longitud.....96

Figura 75. Apisonado del concreto en el molde de tubo PVC de 4"96

Figura 76. Apisonado del concreto en el molde de tubo PVC de 4"97

Figura 77. Medida del agua 2 Lt.97

Figura 78. Suministro del agua en el Concreto Poroso.....98

Figura 79. Tiempo de paso del agua por el Concreto Poroso.98

Figura 80. Muestreo de campo100

Figura 81. Curva granulométrica de agregado fino de la cantera de Zurite.102

Figura 82. Curva granulométrica de agregado fino de la cantera de Vicho.103

Figura 83. Curva granulométrica de la combinación de agregado fino de cantera de Vicho y Zurite.....104

Figura 84. Curva granulométrica del agregado grueso de cantera de Vicho.105

Figura 85. Peso específico del agregado grueso compactado.106

Figura 86. Peso específico del agregado grueso compactado.....107

Figura 87. Peso específico del agregado fino combinado.108

Figura 88. Contenido de humedad del agregado de Vicho y Zurite.....109

Figura 89. Peso específico del agregado grueso.....111

Figura 90. Peso específico del agregado fino combinado Vicho y Zurite.....112

Figura 91. Resistencia del C°P° con 0% de aditivo súper plastificante.114

Figura 92. Resistencia del C°P° con 0% de aditivo súper plastificante.115

Figura 93. Resistencia del C°P° con 0% de aditivo súper plastificante.116

Figura 94. Resistencia del C°P° 0.5% de aditivo súper plastificante.117

Figura 95. Resistencia del C°P°, 0.5% de aditivo súper plastificante.118

Figura 96. Resistencia del C°P° con 0.5% de aditivo súper plastificante.119

Figura 97. Resistencia del C°P°, con 1 % de aditivo súper plastificante.121

Figura 98. Resistencia del C°P° con 1 % de aditivo súper plastificante.122



Figura 99. Resistencia del C°P° con 1 % de aditivo súper plastificante.124

Figura 100. Resistencia del C°P° con 1.5 % de aditivo súper plastificante.125

Figura 101. Resistencia del C°P° con 1.5% de aditivo súper plastificante.127

Figura 102. Resistencia del C°P° con 1.5% de aditivo súper plastificante.128

Figura 103. Resistencia del C°P° con 2% de aditivo súper plastificante.130

Figura 104. Resistencia del C°P° con 2% de aditivo súper plastificante.131

Figura 105. Resistencia del C°P° con 2% de aditivo súper plastificante.133

Figura 106. Resistencia del C°P° con 2.5% de aditivo súper plastificante.134

Figura 107. Resistencia del C°P° con 2.5% de aditivo súper plastificante.136

Figura 108. Resistencia alcanzada de Concreto Poroso con 2.5% de aditivo súper plastificante.....137

Figura 109. Resistencia alcanzada de Concreto Poroso con 2.5% de aditivo súper plastificante.....139

Figura 110. Comportamiento de C°.P. en las diferentes edades.140

Figura 111. Comportamiento de C°.P. en las diferentes edades.141

Figura 112. Resistencia máxima alcanzada de C° P° sin adición de aditivo.....143

Figura 113. Resistencia máxima alcanzada de C°.P° sin adición de aditivo.....144

Figura 114. Variación porcentual de la resistencia a la edad de 28 días.145

Figura 115. Coeficiente de permeabilidad con diferentes porcentajes de aditivo súper plastificante.....146



CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1. Identificación del problema.

1.1.1. Descripción del problema.

Según (Asocem, 2011), el concreto permeable ha existido desde hace 150 años, pero hace 20 años; fue exitosamente puesto en práctica en diversas aplicaciones en diferentes estados en los Estados Unidos, sus usos más comunes son: en áreas cercanas a árboles, reducción de escurrimientos pluviales y aumentar la permeabilidad en ciertas áreas. Este producto se desarrolló a mediados de la década de los 90 y se emplea básicamente en pavimentos, guarniciones y banquetas. Su función a la hora de aplicarlo, es conducir el agua de lluvia a los mantos acuíferos, pues se trata de un material poroso que permite la filtración del líquido hasta el subsuelo. El concreto poroso, además de ser estéticamente agradable, posee una resistencia excepcional; evita los encharcamientos, incluso en caso de lluvias torrenciales; se le puede aplicar cualquier color garantizado por más de 20 años.

Actualmente en el Perú no existe un estudio detallado sobre el Concreto Poroso, pero en otros países ya existe este tipo de estudios, incluso el uso es bastante frecuente en obras de pavimentación y otras obras similares, y rentable en el costo de elaboración, como en el tema ambiental que ayuda con la recolección de aguas en acuíferos, etc.

Actualmente en la ciudad del cusco existe un problema muy serio con el encharcamiento de aguas pluviales en época de lluvias, también el problema de hidroplaneo el cual es problema que debilita la resistencia del pavimento.

1.1.2. Formulación interrogativa del problema.

1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general.

¿Cuál es la evaluación de la resistencia a compresión y permeabilidad del Concreto Poroso, elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, adicionando aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l, para una resistencia de 210 kg/cm²?



1.1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos.

- **Problema específico nro. 1:** ¿Cuáles son las características de los agregados a utilizar en la elaboración del Concreto Poroso adicionando aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l, para una resistencia de 210 Kg/cm²?
- **Problema específico nro. 2:** ¿Cuál es la resistencia a compresión alcanzada del Concreto Poroso elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, sin la adición aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l, para una resistencia de 210 kg/cm²?
- **Problema específico nro. 3:** ¿Cuál es la resistencia a compresión alcanzada del Concreto Poroso elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, adicionando aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l, para una resistencia de 210 kg/cm²?
- **Problema específico nro. 4:** ¿En cuánto varía la resistencia a compresión entre el Concreto Poroso sin aditivo súper plastificante y el Concreto Poroso con aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l en diferentes porcentajes, elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, para una resistencia de 210 kg/cm²?
- **Problema específico nro. 5:** ¿Cuál es el grado de permeabilidad del Concreto Poroso elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, con y sin la adición de aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l, para una resistencia 210 kg/cm²?

1.2. Justificación e importancia de la investigación.

1.2.1. Justificación técnica.

En la actualidad no se hace uso de este tipo de concreto en la región, es por ello que se realiza el presente estudio para poder utilizarlo en las diferentes obras de la ingeniería específicamente en el área estructural, y como primer principio es incrementar la resistencia a compresión del concreto poroso con una permeabilidad aceptable.



La elaboración del concreto poroso tiene la finalidad de alcanzar la resistencia 210 kg/cm², con un porcentaje de vacíos de 15% utilizando cemento portland tipo IP, agregado grueso y una mínima cantidad de agregado fino así también la adición de aditivo súper plastificante en un 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5%

1.2.2. Justificación social.

Actualmente la ciudad del Cusco presenta un problema de evacuación de aguas pluviales en las diferentes calles y avenidas, por lo que se plantea el uso de este tipo de concreto poroso como una alternativa de solución.

La presente investigación se justifica en cuanto a la importancia la utilización de una nueva tecnología que es el concreto poroso.

1.2.3. Justificación por viabilidad.

La presente investigación es viable por la existencia de recursos tanto en equipos así como en materiales que serán necesarios para la realización de las pruebas y ensayos de laboratorio los cuales se realizaran en el laboratorio **UNITEST S.A.C.**

1.2.4. Justificación por relevancia.

El estudio de un Concreto Poroso es de suma importancia para poder solucionar el problema del exceso de escorrentía en las vías públicas de una zona determinada provenientes de las lluvias, cabe destacar que la disponibilidad de este tipo de Concreto Poroso disminuirá las diferentes falencias de drenajes y otros relacionados con este problema existente en la región.

1.3. Limitaciones de la investigación.

1.3.1. Limitaciones en el ámbito de material.

En la presente investigación tendremos las siguientes limitaciones en el ámbito del material:

- Uso de agregado grueso de la cantera de Vicho.
- Uso de agregado fino de las canteras de Vicho Y Zurite.
- Uso de cemento portland IP
- Uso de agua potable de la ciudad del Cusco.



- Tamaño máximo del agregado grueso ½"
- Porcentaje de aditivo súper plastificante según al peso del Cemento.
- Permeámetro casero.

1.3.2. Limitaciones en el ámbito de estudio.

La presente investigación se limita en cuanto al estudio:

- Ensayo de la resistencia a compresión del concreto poroso 210 kg/cm²
- Ensayo de la permeabilidad del concreto poroso (0.14 a 1.22 cm/seg)
- Diseño de mezcla con un 15% de espacios vacíos
- Diseño de mezcla por método ACI y otras fuentes.
- Roturas de briquetas a la edad de 7, 14 y 28 días
- El Slump en el concreto poroso es igual a cero.

1.4. Objetivos de la investigación.

1.4.1. Objetivo general.

Evaluar la resistencia compresión y permeabilidad del Concreto Poroso, elaborado con agregado de las canteras de Vicho y Zurite adicionando aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l, para una resistencia de 210 kg/cm².

1.4.2. Objetivos específicos.

- **Objetivo específico nro. 1:** Determinar las características de los agregados a utilizar en la elaboración del Concreto Poroso adicionando aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l, para una resistencia de 210 kg/cm².
- **Objetivo específico nro. 2:** Determinar la resistencia a compresión alcanzada del Concreto Poroso elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, sin la adición aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l, para una resistencia de 210 kg/cm².
- **Objetivo específico nro. 3:** Determinar la resistencia a compresión alcanzada del Concreto Poroso elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite,



adicionando aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l, para una resistencia de 210 kg/cm².

- **Objetivo específico nro. 4:** Determinar en qué medida varía la resistencia a compresión entre el Concreto Poroso sin aditivo súper plastificante y el Concreto Poroso con aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l en diferentes porcentajes.
- **Objetivo específico nro. 5:** Determinar el grado de permeabilidad del Concreto Poroso elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, con y sin adición de aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l, para una resistencia de 210 kg/cm²

1.5. Hipótesis.

1.5.1. Hipótesis general.

La elaboración de un Concreto Poroso de calidad 210 kg/cm² con permeabilidad según los parámetros de ACI 522R es posible con el uso del agregado de las canteras Vicho y Zurite y la adición de aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l.

1.5.2. Hipótesis específicos.

- **Hipótesis específico nro. 1:** Los agregados de ambas canteras no cumplen con la norma técnica peruana, pero si una mezcla de las proporciones de ambas canteras para la elaboración del Concreto Poroso adicionando aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l, para una resistencia de 210 kg/cm².
- **Hipótesis específico nro. 2:** La resistencia a compresión del Concreto Poroso sin la adición de aditivos súper plastificantes, elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, no alcanza la resistencia esperada de 210 kg/cm².
- **Hipótesis específico nro. 3:** La resistencia a compresión del Concreto Poroso adicionando aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l en diferentes porcentajes, elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, muestra un incremento en la resistencia a compresión llegando a 210 kg/cm² con 2.5% de aditivo súper plastificante.



- **Hipótesis específico nro. 4:** La variación en resistencia a compresión entre el Concreto Poroso sin aditivo súper plastificante y el Concreto Poroso con aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l en diferentes porcentajes, elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, varía en un 30% de la resistencia a compresión.
- **Hipótesis específico nro. 5:** La permeabilidad del Concreto Poroso elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, con y sin la adición de aditivos súper plastificantes se encuentra dentro del rango establecido por la norma ACI-522R.

1.6. Definición de variables.

1.6.1. Variables independientes.

- Concreto Poroso (Concreto elaborado con agregado grueso, mínima cantidad de agregado fino más un porcentaje de aditivo súper plastificante)

1.6.2. Indicadores de variables independientes.

- Resistencia a compresión (El concreto Poroso se le tiene que someter a un esfuerzo máximo que tiene soporta el concreto bajo una carga axial)
- Permeabilidad (El Concreto Poroso tendrá que ser sometido a permeabilidad, para agregado de tamaño máximo ½" y porcentajes de aditivos de 0%,0.5%,1%, 1.5%, 2%, 2.5%.)

1.6.3. Variables dependientes.

- Agregado de las canteras de Vicho y Zurite.(Materiales inerte de la región cusco)
- Aditivo súper plastificante. (Material reductor de agua)

1.6.4. Indicadores de variables dependientes.

- Ensayo físico de los agregado de Vicho y Zurite.
- Porcentaje de aditivos (% respecto al peso del cemento)
- Cantidad de cemento portland IP (peso del cemento)
- Cantidad de agua.



1.6.5. Cuadro de operacionalización de variables.

Tabla 1. Cuadro de operacionalización de variables.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLE	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE	NIVEL	INDICADORES	INSTRUMENTOS
VARIABLES DEPENDIENTES				
X1: Concreto Poroso	Al Concreto Poroso se le tiene que someter a un esfuerzo máximo que tiene soporta el concreto bajo una carga axial.	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia a los 7 días Resistencia a los 14 días Resistencia a los 28 días. 	Valor resistencia a compresión en Kg/cm ²	<ul style="list-style-type: none"> Formatos de resistencia a compresión
X2: Concreto Poroso	El Concreto Poroso tendrá que ser sometido a permeabilidad, para agregado de tamaño máximo ½" y porcentajes de 0%,0.5%,1%, 1.5%, 2%, 2.5% de aditivos.	<ul style="list-style-type: none"> Permeabilidad con 0% de aditivos Permeabilidad con 0.5% de aditivos Permeabilidad con 1% de aditivos Permeabilidad con 1.5% de aditivos Permeabilidad con 2% de aditivos Permeabilidad con 2.5% de aditivos 	Valor de la permeabilidad en cm/seg.	<ul style="list-style-type: none"> Formatos de coeficiente de permeabilidad
VARIABLES INDEPENDIENTES				
Y1: Agregados de las canteras de Vicho Y Zurite	Elemento inertes del Concreto Poroso aglomerados por la pasta del cemento de tamaño máximo de ½"	<ul style="list-style-type: none"> Propiedades físicas Propiedades mecánicas 	<ul style="list-style-type: none"> Granulometría Peso específico. Contenido de humedad Absorción Peso unitario 	<ul style="list-style-type: none"> Formato granulometría Formato peso unitario Formato peso específico. Formato de contenido de humedad
Y2: Aditivos súper plastificante.	Aditivo líquido, cuya función es ser reductor de agua.	<ul style="list-style-type: none"> Porcentaje de aditivo 	<ul style="list-style-type: none"> Porcentaje en peso. 	<ul style="list-style-type: none"> Formato resistencia a compresión.
Y3: Cemento portland IP	Material aglomerante, derivado del Clinker.	<ul style="list-style-type: none"> Cantidad de cemento portland IP 	<ul style="list-style-type: none"> Peso en kilogramos y número de bolsas. 	<ul style="list-style-type: none"> Formato de resistencia a compresión.
Y4: Agua	Se utilizara una mínima cantidad de agregado fino.	<ul style="list-style-type: none"> Cantidad de agua 	<ul style="list-style-type: none"> Cantidad de agua en litros. 	<ul style="list-style-type: none">

Fuente: Elaboración propia



CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1. Antecedentes de la tesis.

2.1.1. Antecedentes a nivel nacional.

A nivel nacional se presenta la siguiente tesis las cuales nos ayudaran en el desarrollo de la presente investigación, como se sabe no existe una amplia información en lo referido al tema, pero se cuenta con las siguientes tesis para la realización de la siguiente.

Autores: Robinson Santiago Ballón Guzmán

Título: “Evaluación de la resistencia a compresión y grado de permeabilidad del concreto poroso como alternativa para pavimentos con bajo volumen de tránsito en la ciudad el cusco”. (Ballón, 2012). – universidad andina del cusco

Lugar: Cusco-Perú

Resumen:

La siguiente tesis de investigación se basa principalmente en la elaboración del Concreto Poroso como alternativa para pavimentos de bajo nivel de tránsito, teniendo así el uso de agregado gruesos de $\frac{1}{2}$ " a $\frac{3}{4}$ " de pulgada. Como bien se sabe la falta de drenaje que se tiene en la ciudad del cusco hace importante la tesis pues así de esta manera se tendrá la posibilidad de drenar el agua las cuales se están depositando en las vías públicas.

Conclusión:

La presente investigación logró demostrar que el concreto elaborado con agregados de $\frac{1}{2}$ " a $\frac{3}{4}$ " si es viable como alternativa de solución para pavimentos de bajo nivel de tránsito.

Autor: Miguel Justiniano Días Vilca.

Título: “Correlación entre la porosidad y la resistencia de concreto” (Días, 2010)
- Universidad Ricardo Palma.

Lugar: Lima-Perú

**Resumen:**

Se quiere demostrar que existe una relación entre la resistencia a la compresión y tracción de la porosidad para diferentes relaciones a/c y diferentes días de curado.

En la presente tesis que se tiene como guía se puede apreciar que hace uso de ACI, para cual se siguen los pasos que desarrolla como son los ensayos que este está realizando.

Conclusión:

Para el caso de los ensayos granulométricos realizado se ha llegado a la conclusión que se encuentran dentro de los parámetros y límites establecidos según la norma técnica peruana 400.037 por consiguiente los agregados se constituyen en elementos aptos para poder realizar los diseños de mezcla necesaria para los estudios.

Autores: Carla Ruth Tancayllo Cabrera, Luz Marina Condori

Título: “Evaluación del concreto permeable para resistencia $f'c=210$ kg/cm², utilizando agregado del rio Vilcanota sector Pampacahua sin uso de aditivos”. (Tancayllo, 2015) – Universidad Andina Del Cusco.

Lugar: Cusco-Perú

Resumen:

El presente trabajo de investigación tuvo como propósito analizar el concreto permeable sin el uso de aditivos con agregado del Rio Vilcanota Sector Pampacahua, el concreto permeable o Concreto Poroso, es un concreto con revenimiento cero con alto grado de porosidad y con una relación de vacíos alta; consiste de cemento Portland, agregado grueso, poco o nada de agregado fino y agua. La combinación de estos materiales producirá un material endurecido con poros conectados, lo cual permite que el agua pase fácilmente a través de ellos. La importancia de esta investigación es que se pudo llegar a una resistencia a la compresión de $f'c=210$ kg/cm² a los 28 días de edad con un porcentaje de vacíos de 15% sin la incorporación de ningún tipo de aditivos, así como también llegar a una relación de agua cemento a base de tanteos y así obtener un revenimiento



ceros que es un dato importante para el diseño de mezcla de este tipo de concreto para así alcanzar los rangos de permeabilidad que están entre 0.2 a 0.54 cm/s. Se realizaron 24 briquetas con un 15 % de vacíos y 24 briquetas con un 20% de vacíos los cuales se ensayaron a los 7, 14, 21, 28 días, obteniendo así diferentes resultados, cabe resaltar que cuanto más porcentaje de vacíos tenga nuestro concreto la resistencia será menor.

Conclusiones:

Según los resultados obtenidos se demuestran la hipótesis general, lográndose de esta manera cumplir con nuestra hipótesis general ya que se logró alcanzar una resistencia de 210 kg/cm², con la utilización de agregados del Rio Vilcanota Sector Pampacahua sin uso de aditivos con un porcentaje de vacíos de 15% y con una gradación de ¾”.

Pero no se logró cumplir con un 20% de vacíos llegando solo a una resistencia de 172 kg/cm².

2.1.2. Antecedentes a nivel internacional.

A nivel internacional se hace uso de las siguientes tesis:

Autores: Rene Alexis Aguiluz Barahona, Marlon Martínez Guerrero.

Título: “comportamiento del concreto permeable utilizando agregado grueso de las canteras, el Carmen, Aramuaca y la Pedrera, de la zona oriental de el salvador” (Aguiluz, 2013) - universidad de el salvador.

Lugar: San Salvador, Centro América.

Resumen:

En la presente tesis indica que concreto permeable es un concreto de desempeño, fabricado en base a cantidades controladas de cemento, agregado grueso, agua y aditivos para crear una masa de partículas de agregado cubierta con una capa delgada de pasta. Una mezcla de concreto permeable contiene poca o ninguna arena, lo que crea un contenido de vacío substancial., logrando una configuración en su estructura que permite ciertas ventajas de funcionalidad



como son la resistencia y permeabilidad. Siendo una de las primordiales características su capacidad para absorber agua, ya que su contenido de aire o de vacíos varia, según el comité American Concrete Institute (ACI) 522 R, en la cual se menciona que existe un intervalo en el contenido de vacíos que es del 15%-35%; el mismo comité nos brinda otras características que definen el concreto permeable, como su capacidad de infiltración que varía entre 81 a 731 L/min/m² (0.14 a 1.22 cm/s) y su resistencia de 2.8 - 28 MPA (28.55 a 285.5 kg/cm²), al igual que menciona el rango del agregado grueso que se puede usar menor a un tercio del espesor de la capa de pavimento.

Conclusión:

El uso del concreto permeable con el agregado grueso de tamaño nominal de 3/8" de las canteras el Carmen, Aramuaca y la Pedrera y según las pruebas de ASTM C-132 Y ASTM C-72 su resistencia es ideal para superficies de baja intensidad de carga.

2.2. Aspecto teóricos pertinentes.

2.2.1. Concreto

Según (Torre, 2004), el concreto es un material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregado y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que hace un material ideal para la construcción.

2.2.1.1. Tipos de concreto

2.2.1.1.1. Concreto simple

Concreto que no tiene armadura de refuerzo o que la tiene en una cantidad menor que el mínimo porcentaje especificado para el concreto armado.

2.2.1.1.2. Concreto Armado

Concreto que tiene armadura de refuerzo en una cantidad igual o mayor que la requerida en esta Norma técnica peruana y en el que ambos materiales actúan juntos para resistir esfuerzos.

2.2.1.1.3. Concreto De Peso Normal

Es un concreto que tiene un peso aproximado de 2300 kg/m³.



2.2.1.1.4. Concreto Pre Fabricado

Elementos de concreto simple o armado fabricados en una ubicación diferente a su posición final en la estructura en estado endurecido.

2.2.1.1.5. Concreto Ciclópeo

Es el concreto simple en cuya masa se incorporan grandes piedras o bloques y que no contiene armadura.

2.2.1.1.6. Concreto De Cascote

Es el constituido por cemento, agregado fino, cascote de ladrillo y agua.

2.2.1.1.7. Concreto Premezclado

Es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra en estado fresco.

2.2.1.1.8. Concreto Bombeado

Concreto que es impulsado por bombeo a través de tuberías hacia su ubicación final.

2.2.1.1.9. Concreto Poroso

Concreto que posee una gran cantidad de vacíos que permiten el paso del agua a través de la masa de concreto, mientras que ofrecen una superficie resistente para las aplicaciones deseadas y una mínima cantidad de agregado fino en su volumen total.

2.2.1.2. Importancia Del Concreto

Actualmente el concreto es el material de construcción de mayor uso. Sin embargo, si bien su calidad final depende en forma muy importante tanto de un profundo conocimiento del material como de la calidad profesional del ingeniero, el concreto en general es desconocido en muchos de sus siete grandes aspectos: naturaleza, materiales, propiedades, selección, y mantenimiento de los elementos estructurales.

Las posibilidades de empleo del concreto en la producción son cada día mayores, pudiendo en la actualidad ser utilizados para una amplia variedad de propósitos. La única limitación a sus múltiples aplicaciones puede ser el desconocimiento por parte del ingeniero de todos los aspectos ya indicados; así como de la importancia relativa de los mismos de acuerdo al uso que se pretenda dar al material. (Días, 2010)



2.2.1.3. Composición Del Concreto

Según (Asocem, 2011), el concreto se elabora con arena y grava (agregado grueso) que constituyen entre el 75 por ciento del volumen y una pasta cementante endurecida formada por cemento hidráulico con agua, que con los vacíos forman el resto. Usualmente, se agregan aditivos para facilitar su trabajabilidad o afectar las condiciones de su fraguado inicial del concreto simple y contenido de vacíos para mejorar su durabilidad.

2.2.1.3.1. Agregados

Generalmente se entiende por "agregado" a la mezcla de arena y piedra de granulometría variable. El concreto es un material compuesto básicamente por agregado y pasta cementicia, elementos de comportamientos bien diferenciados: Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.011.

Los agregados son la fase discontinua del concreto y son materiales que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cúbica de concreto.

Los agregado son materiales inorgánicos naturales o artificiales que están embebidos en los aglomerados (cemento, cal y con el agua forman los concretos y morteros).

Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos. Los agregado finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pueden llegar hasta 10 mm; los agregado gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152 mm. El tamaño máximo de agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm.

Los agregado conforman el esqueleto granular del concreto y son el elemento mayoritario ya que representan el 75% del peso total de concreto, por lo que son responsables de gran parte de las características del mismo. Los agregados son generalmente inertes y estables en sus dimensiones.



2.2.1.3.1.1. Clasificación de los agregados

Existen varias formas de clasificar a los agregados, algunas de las cuales son:

A) Por su naturaleza.

Los agregados pueden ser naturales o artificiales, siendo los naturales de uso frecuente, además los agregados utilizados en el concreto se pueden clasificar en: agregado grueso, fino y hormigón (agregado global).

- **El agregado fino**, se define como aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas.
- **El agregado grueso**, es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava.
- **El hormigón**, es el material conformado por una mezcla de arena y grava este material mezclado en proporciones arbitrarias se encuentra en forma natural en la corteza terrestre y se emplea tal cual se extrae en la cantera.

B) Por su densidad.

Se pueden clasificar en agregado de peso específico normal comprendidos entre 2.50 gr/cm³ a 2.75 gr/cm³, ligeros con pesos específicos menores a 2.5 gr/cm³, y agregado pesados cuyos pesos específicos son mayores a 2.75 gr/cm³.

C) Por su origen, forma y textura superficial.

Por naturaleza los agregados tienen forma irregularmente geométrica compuestos aleatoriamente por caras redondeadas y angularidades. En términos descriptivos la forma de los agregados puede ser:

- **Angular:** Poca evidencia de desgaste en caras y bordes.
- **Sub angular:** Evidencia de algo de desgaste en caras y bordes.
- **Sub redondeada:** Considerable desgaste en caras y bordes.
- **Redondeada:** Bordes casi eliminados.
- **Muy Redondeada:** Sin caras ni borde.

D) Por el tamaño del agregado

Según su tamaño, los agregados para concreto son clasificados en:

- Agregados finos (arenas)
- Agregados gruesos (piedras).



2.2.1.3.1.2. Propiedades de los agregados

A) Propiedades físicas.

- **Densidad.** Depende de la gravedad específica de sus constituyentes sólidos como de la porosidad del material mismo. La densidad de los agregados es especialmente importante para los casos en que se busca diseñar concretos de bajo o alto peso unitario.

Las bajas densidades indican también que el material es poroso y débil, y de alta absorción.

- **Porosidad.** La palabra porosidad viene de poro que significa espacio no ocupado por materia sólida en la partícula de agregado es una de las más importantes propiedades del agregado por su influencia en las otras propiedades de éste, puede influir en la estabilidad química, resistencia a la abrasión, resistencias mecánicas, propiedad es elásticas, gravedad específica, absorción y permeabilidad.
- **Peso unitario.** Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyéndolos vacíos. Al incluir los espacios entre partículas influye la forma de acomodo de estos. el procedimiento para su determinación se encuentra normalizado en ASTM C29 y NTP 400.017. Es un valor útil sobre todo para hacer las transformaciones de pesos a volúmenes y viceversa. por ejemplo para un agregado grueso pesos unitarios saltos significan que quedan muy pocos huecos por llenar con arena y cemento.

B) Propiedades resistentes.

- **Resistencias.** La resistencia de los agregados depende de su composición textura y estructura, y la resistencia del concreto no puede ser mayor que el de los agregado; Si los granos delos agregado no están bien cementados unos a otros consecuentemente serán débiles. La resistencia al chancado o compresión del agregado deberá ser tal que permita la resistencia total del matriz cementante. La norma británica establece un método para medir la resistencia a la compresión de los agregados utilizando cilindros de 25.4 mm de diámetro y altura.
- **Tenacidad.** Esta característica está asociada con la resistencia al impacto del material. Está directamente relacionada con la flexión, angularidad y textura del material



2.2.1.3.2. Cemento

El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas, posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua. Hasta este punto la molienda entre estas rocas es llamada Clinker, esta se convierte en cemento cuando se le agrega yeso, este le da la propiedad a esta mezcla para que pueda fraguar y endurecerse. Mezclado con agregado pétreos (grava y arena) y agua, crea una mezcla uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece, adquiriendo consistencia pétreo, denominada hormigón (en España, parte de Suramérica y el Caribe hispano) o concreto (en México y parte de Suramérica). Su uso está muy generalizado en construcción e ingeniería civil.

Suministra las propiedades adhesivas y cohesivas a la pasta. Se usa el cemento hidráulico tipo Portland. Para su hidratación requiere cerca del 25% de agua. Sin embargo, para mejorar la movilidad del cemento dentro de la pasta se requiere un porcentaje adicional del 10 al 15 %. La relación agua-cemento (a/c) mínima es de 0,35; en la práctica es mayor para darle trabajabilidad a la mezcla de concreto. La relación a/c es uno de los parámetros que más afecta la resistencia del concreto, pues a medida que aumenta, aumentan los poros en la masa y por ende disminuye la resistencia. (Torre, 2004)

2.2.1.3.2.1. Tipos de cemento

Según (Izaguirre, 1976), el cemento tipo portland se divide en cinco categorías normadas por las especificaciones del ASTM.

A) Cemento tipo I

De uso general, se puede emplear para fines estructurales u otras chorreas, siempre que no se requieran las características de los otros cementos.

B) Cemento tipo II

Se utiliza cuando se espera un ataque moderado de los sulfatos o cuando se requiere un calor de hidratación moderado, para lograr este tipo de características se regulan la cantidad máxima de silicato tricálcico y aluminato tricálcico, este cemento alcanza una resistencia similar al cemento tipo I, pero requiere más tiempo de fraguado.



C) Cemento tipo III

Este desarrolla una alta resistencia en un tiempo menor, en 7 días tiene la misma resistencia que un concreto tipo I o II en 28 días. Para lograr este rápido fraguado se aumentan las cantidades de silicato tricálcico y Aluminato tricálcico. Este cemento desprende grandes cantidades de calor por lo que no es recomendado para chorreas masivas.

D) Cemento tipo IV

Este es un cemento de secado lento por lo que no genera gran cantidad de calor de hidratación siendo ideal para chorreas masivas que no requieran una alta resistencia inicial, para lograr esto se regulan las cantidades de aluminato tricálcico y silicato tricálcico, ya que estos son los elementos que se encargan de fraguado inicial por lo que liberan la mayor cantidad de calor de hidratación.

E) cemento tipo V

Este es un cemento con gran resistencia al ataque de sulfatos, por lo que es muy utilizado en estructuras hidráulicas expuestas a aguas con gran concentración de álcalis o estructuras expuestas a agua de mar. Para lograr esto se reduce la cantidad de aluminato tricálcico ya que este es el componente más vulnerable a los sulfatos.

2.2.1.3.2.1.1. Cemento Portland IP

Es un cemento hidráulico producido por la pulverización de Clinker, el cual está compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos, conteniendo, además, una o más formas de sulfatos de calcio (yeso), como un añadido en la etapa de molienda. Hasta hace pocos años este era el cemento más utilizado en las aplicaciones de concreto: simple y armado, así como en los trabajos de albañilería. El Clinker está formado principalmente por cuatro compuestos mineralógicos y otros componentes secundarios

Los principales compuestos del cemento son:

- El silicato tricálcico (C3S)
- El silicato bicálcico (C2S)
- El aluminato tricálcico (C3A)
- El ferro-aluminato tetracálcico (C4AF)

Normalmente el clinker contiene entre 70 y 75% de los dos primeros, entre 7 y 15% del Aluminato tricálcico y el resto lo conforma el ferro-aluminato tricálcico y



los compuestos secundarios como el Mg O y el SO₃. La proporción en que estos compuestos se presentan en el Clinker, depende de la cantidad en que estén presentes en la materia prima, los elementos minerales que los conforman, es decir: calcio, silicio, aluminio y fierro. (Yura, 2000)

2.2.1.3.2.1.2. Puzolana.

Es un material sílico aluminoso que por sí mismo posee poco o ningún valor cementicio pero que, dividido finamente, con la presencia de agua y a la temperatura ambiente normal, es capaz de reaccionar químicamente con el Hidróxido de calcio para formar compuestos con propiedades cementicias. La “Actividad Puzolánica” de un material se mide mediante pruebas de laboratorio detalladas en la norma ASTM C-311, las que miden la reacción química entre la supuesta puzolana y el cemento Pórtland o el Hidróxido de Calcio. Estas pruebas de laboratorio no son efectuadas con el concreto, tal como se usa en las obras de Ingeniería; por esta razón algunos ingenieros conocedores del tema y los técnicos de la industria del cemento, piensan que la verdadera prueba de la actividad puzolánica solo se da en el resultado de los concretos puzolánicos. Este caso del cemento puzolánico Yura.

La puzolana de Yura, tiene un índice de actividad Puzolánica mayor que el mínimo requerido por la norma ASTM C-595.

2.2.1.3.3. Agua

El agua de la mezcla debe ser limpia y libre de impurezas y en general debe ser potable. El proceso de hidratación genera calor, que produce aumento de temperatura en la mezcla y expansión volumétrica y que debe controlarse sobre todo en vaciados masivos. Con el fin de controlar el exceso de agua en la mezcla, necesario para facilitar la trabajabilidad del concreto fresco, la tecnología moderna del concreto, facilita los aditivos plastificantes, los cuales además de facilitar el proceso constructivo, permiten obtener concretos de resistencia más uniforme.

2.2.1.3.4. Aditivo

Un aditivo es definido, tanto por el Comité 116R del ACI como por la Norma ASTM C 125, como “un material que, no siendo agua, agregado, cemento hidráulico, o



fibra de refuerzo, es empleado como un ingrediente del mortero o concreto, y es añadido a la tanda inmediatamente antes o durante su mezclado”.

Nuestra Norma técnica peruana NTP 339.086 define a los aditivos como sustancias añadidas a los componentes fundamentales del concreto con el propósito de modificar alguna de sus propiedades. Los aditivos se añaden a las mezclas de concreto generalmente durante el proceso de mezclado con el propósito de:

- Modificar una o algunas de sus propiedades NTP, a fin de permitir que sean más adecuados para el trabajo solicitado.
- Mejorar su trabajabilidad facilitando su proceso de colocación.
- Posibilitar el rendimiento en la elaboración, transporte, y puesta en obra del concreto.

Lograr mayor economía y mejores resultados, por cambios en la composición o proporciones de la mezcla.

2.2.1.3.4.1. Clasificación de los aditivos

No es fácil clasificar los aditivos, debido a que ellos pueden ser clasificados genéricamente o con relación a los efectos característicos derivados de su empleo; pueden modificar más de una propiedad del concreto; así como a que los diversos productos existentes en el mercado no cumplen las mismas especificaciones.

Adicionalmente debe indicarse que los aditivos comerciales pueden contener en su composición material los cuales, separadamente podrían ser incluidos en dos o más grupos, o podrían ser cubiertos por dos o más Normas ASTM o recomendaciones ACI.

De acuerdo a la Norma ASTM C 494, los aditivos se clasifican en:

- TIPO A: Reductores de agua.
- TIPO B: Retardadores de fragua.
- TIPO C: Acelerantes.
- TIPO D: Reductores de agua-retardadores de fragua.
- TIPO E: Reductores de agua - acelerantes.
- TIPO F: Súper Reductores de agua.
- TIPO G: Súper reductores de agua – acelerantes.



2.2.1.3.4.1.1. Súper reductores de agua (súper plastificante)

Aditivo que se emplea para reducir la cantidad de agua para el amasado y obtener la docilidad y resistencia deseada de una mezcla de concreto o mortero. También llamado agente reductor del agua de amasado.

2.2.2. Concreto Poroso

De acuerdo a la ACI-522R, el Concreto Poroso es un material de estructura abierta con revenimiento cero, compuesto por cemento Portland, agregado grueso, poco o nada de finos, aditivos y agua. La combinación de estos ingredientes produce un material endurecido con poros interconectados, cuyo tamaño varía de 2 a 8 mm lo que permite el paso de agua. El contenido de vacíos puede variar de un 15 a un 35 por ciento, con resistencias a compresión típicas de 2.8 a 28 MPa. (28.55- 285.5 kg/cm²) Su velocidad de drenaje depende del tamaño del agregado y de la densidad de la mezcla, pero generalmente varía en el rango de 81 a 730 L/min/m². (0.14 - 1.22 cm/seg)

En general, como ya se ha comentado, se emplean los mismos materiales que en el concreto convencional; es decir, materiales cementantes, agregado grueso y fino, aditivo y agua. Sin embargo, el agregado fino está limitado a pequeñas cantidades o se elimina de la composición de la mezcla. Si bien, al añadir agregado fino se incrementa la resistencia puede reducir el contenido de vacíos y por lo tanto la permeabilidad del concreto, la cual es la principal característica de estos concretos. (ACI-522R, 2010)

2.2.2.1. Propiedades del concreto poroso

2.2.2.1.1. Propiedades en estado fresco

A. Revenimiento.

En general, es cero; sin embargo, se han usado valores en el rango de 20 a 50 mm. La prueba del revenimiento –que se puede realizar de acuerdo con la ASTM-C143 no es una prueba que se considera para fines de control de calidad, como en el caso del concreto convencional, sólo se considera como un valor de referencia, debido principalmente a que la mezcla es demasiado rígida y la medición del revenimiento en la mayoría de casos no es aplicable.

**B) Peso unitario.**

El peso unitario del concreto permeable es del orden del 70% del concreto convencional. Su determinación se hace de acuerdo con lo especificado en la ASTM-C1688.

C) Tiempo de fraguado

El tiempo de fraguado se reduce en el concreto permeable, por lo que en algunos casos se deben usar aditivos químicos para permitir la adecuada colocación.

2.2.2.1.2. Propiedades en estado endurecido

Las propiedades en estado endurecido son los siguientes.

A) Porosidad.

La porosidad es una medida de los espacios vacíos entre los agregado. La condición para que un concreto sea permeable es que el contenido de vacíos sea mayor al 15%

B) Permeabilidad.

La permeabilidad al igual que la porosidad depende de las propiedades de los materiales, la proporción de la mezcla y de los métodos de colocación y compactación. Una excesiva compactación reducirá la permeabilidad al sellar los poros necesarios para la filtración del agua.

C) Absorción acústica.

Debido a la presencia de un gran volumen de poros interconectados de tamaños considerables en el material el concreto permeable es altamente eficaz en la absorción acústica. El material puede ser empleado como un medio para reducir el ruido generado por la interacción neumático-pavimento en las aceras de concreto. El Pavimento Permeable alterar la generación de ruido, reduciendo al mínimo el bombeo de aire entre el neumático y la superficie de carretera. Además, los poros pueden absorber el sonido a través de la fricción interna entre las moléculas de aire y las paredes de los poros.

2.2.2.1.3. Propiedades mecánica

La resistencia a compresión típica es del orden de 17 MPa; sin embargo, se pueden desarrollar resistencias hasta de 28 MPa. La resistencia a compresión está influenciada por los materiales componentes, el esfuerzo de compactación y por el contenido de vacíos (ASTM-C33)



2.2.3. Ventajas y desventajas del concreto poroso

2.2.3.1. Ventajas

a. Medio ambientales: La elevada permeabilidad del Concreto Poroso, es una solución al problema del escurrimiento superficial proveniente de las aguas pluviales, cuando se usa como sistemas de pavimentos de Concreto Poroso, evitando los encharcamientos. Otro beneficio asociado a su uso está relacionado con su capacidad de permitir la filtración de los contaminantes de los automóviles, lo que impide la contaminación de áreas adyacentes, como sucede con las superficies impermeables. Además, cuando se usa en combinación con áreas verdes, la estructura porosa permite el ingreso de agua y oxígeno, necesario para el crecimiento de las plantas que dan sombra y calidad al aire.

Además, el efecto de isla de calor, que es un fenómeno asociado a las urbanizaciones y que está relacionado a la construcción de estructuras que tienden a retener calor, disminuye por el mayor albedo del concreto permeable, dado que su estructura de poros permite la circulación de aire y por lo tanto menor retención de calor. Asimismo, la luz que refleja el concreto permeable hace que disminuya la temperatura ambiental, especialmente en las zonas urbanas; en la noche, los pavimentos de concreto permeable requieren de menor iluminación debido a la mayor reflexión que tienen a la luz.

b. Económicos: El concreto permeable puede usarse como una alternativa en áreas de estacionamiento y reducir la necesidad de construir pozos de retención para almacenar el agua pluvial. El mismo pavimento actuará como área de retención, lo que reducirá el costo de la construcción de pozos de retención, la instalación de bombas, los tubos de drenaje, y su mantenimiento o permitir sistemas de alcantarillado de menor tamaño.

c. Estructurales: La textura porosa del concreto permeable proporciona la tracción suficiente para los vehículos y reduce el hidroplaneo, aún con lluvia, permitiendo seguridad a los conductores y a los peatones. El concreto permeable es durable y resistente al tiempo, pudiendo durar muchos años (20 a 30 años) con el mantenimiento adecuado.



2.2.3.2. Desventajas

- a. **Grietas:** esto puede causar por los espacios vacíos que están presentes en el Concreto Poroso
- b. **Necesidades de Investigación:** Se necesita más investigación para extender su uso en otras aplicaciones y para verificar su desempeño en diferentes ambientes. Aunque se usan ampliamente en climas fríos, existe la preocupación de rendimiento a baja temperatura, y congelación-descongelación y problemas de durabilidad.
- c. **La exposición al congelamiento y descongelamiento tiende a dañar el concreto:** Se necesita más investigación para evaluar la eficacia de la conocida tecnologías en la protección de concreto permeable en climas fríos.
- d. **La resistencia a la compresión es baja comparada con el concreto convencional:** Se necesita más investigación para mejorar la fuerza y la durabilidad del concreto permeable.
- e. **El alto costo de mantenimiento:** Los dos métodos comúnmente aceptados de mantenimiento son lavado a presión y aspiración de potencia. Lavado a presión obliga a los contaminantes hacia abajo a través de la superficie del pavimento. Esto es efectivo, pero se debe tener cuidado de no utilizar demasiado mucha presión, ya que podría dañar el concreto permeable. Una pequeña sección del pavimento debe ser lavado a presión utilizando diferentes presiones de agua para determinar la adecuada presión para el pavimento dado. Poder pasar la aspiradora elimina contaminantes por extraerlos de los huecos del pavimento.

2.2.4. Aplicaciones del concreto poroso

El Concreto Poroso, por sus características es un producto que tiene diversas aplicaciones, brindando no solo una alternativa en su uso.

Ayuda a la estética del entorno por tanto puede utilizarse en plazas, fuentes, parques, ciclo pistas. Cuida el medio ambiente y preserva el desarrollo de microorganismos marinos, por tanto, puede utilizarse en arrecifes artificiales, o como acabado superficial de los muelles, además de su uso como conductor de agua.

La vida útil media de los elementos relacionados con estos concretos, es en condiciones normales, menor que la correspondiente a la de un concreto

convencional; si bien la comparación no es inmediata dado que cubre campos de aplicaciones diferentes. Esta menor vida útil viene determinada por una menor capacidad, una granulometría más abierta y un menor contenido de cemento. No obstante, la experiencia con Concreto Poroso es aun escasa para fijar con gran precisión la citada vida útil, la cual, como es lógico, varía en función del tipo de aplicación (Ballón, 2012).

Figura 1. Pavimentos con Concreto Poroso.



Fuentes: www.construirtv.com

- Bermas de pavimento rígido con tráfico muy pesado.
- Bases de pavimentos.
- Capa de rodadura.
- Sistema de drenaje.
- Áreas de estacionamiento.
- Calles, cunetas de carreteras.
- Patios, canchas de tenis.
- Cubiertas laterales en piscinas.

2.2.5. Ensayos de prueba en laboratorio.

2.2.5.1. Muestreo de agregados en campo. (NTP - 400.012)

El procedimiento técnico de muestreo de agregado para los ensayos del laboratorio, constituye una operación fundamental en el proceso de control de la calidad de la producción del agregado. La masa extraída según la norma de ensayo que se van a ejecutar, así mismo especifica la cantidad de muestra a utilizar para los ensayos. Se deberá prevenir pérdida o contaminación de las muestras o daños por manipuleo durante el transporte.

**2.2.5.2. Granulometría. (NTP 400.012)**

La granulometría se refiere a la distribución de las partículas del agregado. Esta granulometría se determina haciendo pasar la muestra del agregado por una serie de tamices de abertura mayor a menor. La norma técnica peruana establece el método de determinación de la distribución por tamaño de partículas del agregado fino, grueso y el total por tamizado

Por lo que se tiene que cumplir las gradaciones establecidas por la norma técnica peruana.

Según especificaciones técnicas de análisis granulométrico de agregado, la gradación debe estar dentro de los límites de las tablas indicadas.

Tabla 2. Límites de porcentajes agregado fino.

límites de % que pasa NTP	
TAMIZ abertura (mm)	% QUE PASA
3/8" (9.5 mm)	100
N° 4 (0.75mm)	95 a 100
N° 8 (2.36 mm)	80 a 100
N° 16 (1.18mm)	50 a 85
N°30 (0.60 mm)	25 a 60
N°50 (0.30mm)	10 a 30
N°100(0.15mm)	0 a 10
N°200(0.075mm)	0

Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Límites de porcentajes agregado grueso.

límites de % que pasa NTP	
TAMIZ abertura (mm)	% QUE PASA
1"(2.54 mm)	100
3/4"(19mm)	100
1/2"(12.5mm)	25 a 60
3/8"(9.5mm)	12 a 35
N° 4 (0.75mm)	0 a 10
N° 8 (2.36 mm)	0
N° 16 (1.18mm)	0
N°30 (0.60 mm)	0
N°50 (0.30mm)	0
N°100(0.15mm)	0

Fuente: elaboración propia

**A) Módulo de fineza del agregado fino.**

El módulo de fineza de un agregado se calcula sumando los porcentajes acumulados retenidos de la serie de malla estándar 3", 1 ½", ¾", 3/8" N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100.

Según la norma ASTM la arena debe de tener un módulo de fineza no menor a 2.3 ni mayor a 3.1

Los agregado finos cuyos módulos de fineza varían entre 2.2 y 2.8 se obtienen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación. Los agregado finos cuyos módulos de fineza varían entre 2.8 y 3.2 son los más indicados para producir concreto de lata resistencia.

Para obtener el módulo de fineza se aplica

$$MF = \frac{\sum \% \text{acumulado retenido}(3/8'' \text{ N}^\circ 4, \text{ N}^\circ 8, \text{ N}^\circ 16, \text{ N}^\circ 30, \text{ N}^\circ 50, \text{ N}^\circ 100)}{100}$$

Dónde:

MF: Módulo de fineza

B) Módulo de fineza del agregado grueso.

Para el agregado grueso el módulo de fineza se obtiene sumando los porcentajes retenidos acumulados de las mallas estándar para el agregado total, todo entre 100.

MF

$$= \frac{\sum \% \text{acumulado retenido}(3'', 1\frac{1}{2}'', 3/4'', 3/8'' \text{ N}^\circ 4, \text{ N}^\circ 8, \text{ N}^\circ 16, \text{ N}^\circ 30, \text{ N}^\circ 50, \text{ N}^\circ 100)}{100}$$

La gradación debe de estar dentro de las tablas N° 2 y N° 3 para el agregado fino y grueso respectivamente.

2.2.5.3. Peso unitario contenido de humedad. (NTP 400.017, 400.010)**A) Peso unitario**

Es el peso del material seco el cual es necesario para llenar cierto recipiente de volumen unitario. Resulta de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los espacios. Al incluir los espacios entre las partículas influye la forma



de estos. Este valor es útil para hacer las transformaciones de peso a volumen y viceversa. El peso unitario del agregado depende directa y estrictamente del tamaño forma y distribución de las partículas y el grado de compactación.

En valor adecuado para tener un peso unitario varía 1500 a 1900 kg/m³

El peso unitario se determina de la siguiente manera:

$$PU = \frac{Ps}{V}$$

Dónde:

Ps =Peso neto del agregado (kg)

V = Volumen del recipiente (m³)

PU=Peso unitario (Kg/m³)

B) Contenido de humedad

La NTP establece EL método para determinar el contenido de humedad del agregado fino y grueso los agregados se presentan en estado seco y húmedo; en los cálculos para proporcionar los componentes del concreto se considera el agregado en condiciones saturado y superficialmente seco, es decir con todos sus poros abiertos lleno de agua y libre de humedad superficial. Siendo estos los estados de saturación.

Debido a que el contenido de humedad de la mezcla influye en la resistencia y otras propiedades de concreto es necesario controlar la dosificación del agua, si los agregados están en estado SSS no pueden absorber agua, mientras que el agregado húmedo origina un exceso de agua en el concreto, por lo que lo recomendable es que la humedad este dentro del rango 0.2% a 4%

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(\text{Peso T} + \text{MH}) - (\text{Peso T} + \text{MS})}{(\text{Peso T} + \text{MS})} \times 100$$

Dónde:

T: tara

MH: Muestra húmeda.

MS: Muestra seca.



2.2.5.4. Peso específico y absorción (NTP - 400.021, NTP - 400.022)

El peso específico es un indicador de la calidad, ya que los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que los valores bajos generalmente corresponden a agregados absorbentes y débiles.

El peso específico de una sustancia se define como su peso por unidad de volumen, también se le denomina como densidad. Se expresa como porcentaje del peso seco.

Se calcula dividiendo el peso de un cuerpo o porción de materia entre el volumen que este ocupa. En el sistema internacional de unidades se mide en newton por metro cubico (N/m³).

Para un buen comportamiento de concreto se considera lo recomendable que el valor de la densidad este por sobre 2.4 kg/cm³

2.2.5.4.1. Definiciones.

2.2.5.4.1.1. Peso específico aparente.

Es la relación de la masa con el aire de un volumen unitario del material, a la masa en el aire de un volumen igual de agua destilada libre de gas, a una temperatura especificada. Cuando el material es un sólido, se considera el volumen de la porción impermeable. Para lo cual se utiliza la siguiente formula:

$$Pea = \frac{A}{(A - C)}$$

Dónde:

A: Peso de la muestra seca al horno.

C: Peso de la muestra saturada dentro del agua.

2.2.5.4.1.2. Peso específico de masa.

Viene a ser la relación entre la masa en el aire y el volumen unitario del material permeable (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material), a la masa en el aire (de igual densidad) de un volumen igual al agua destilada, libre de gas y agua temperatura especificada.

$$Pem = \frac{A}{(B - C)}$$

**Dónde:**

A: Peso de la muestra seca al horno

B: peso de la muestra saturada con superficie seca

C: Peso de la muestra saturada dentro del agua.

2.2.5.4.1.3. Peso específico de masa superficialmente seca.

Tiene la misma definición que el peso específico de masa con la salvedad de que la masa incluye el agua en los poros permeables.

$$PeSSS = \frac{B}{(B - C)}$$

Dónde:

B: peso de la muestra saturada con superficie seca

C: Peso de la muestra saturada dentro del agua.

2.2.5.4.1.4. Absorción de los agregados

La absorción es la capacidad que tienen los materiales de absorber el agua, al ser sumergidos durante 24 horas en esta. Se expresa como un porcentaje del peso del material seco, que es capaz de absorber, de modo que se encuentre el material saturado superficialmente seco.

Esta particularidad de los agregados que dependen de la porosidad, es de suma importancia para realizar correcciones en la dosificación de mezclas del concreto. Además, esta influye en las propiedades del agregado, como la adherencia del cemento, la estabilidad química, la resistencia a la abrasión y las resistencias del concreto al congelamiento y deshielo.

$$Abs(\%) = \frac{(B - A)}{A} * 100$$

Dónde:

A: Peso de la muestra seca al horno

B: peso de la muestra saturada con superficie seca.

2.2.5.5. Ensayo de permeabilidad.

La permeabilidad en el concreto se refiere a la cantidad de migración de agua u otras sustancias líquidas por los poros del material en un determinado tiempo, y

así ser el resultado de; la composición de la porosidad en la pasta de concreto, la hidratación o la asociación con la liberación del concreto, y la formación de cavidades y grietas por contracción plástica en el concreto durante el tiempo de fraguado

Para poder llevar a cabo la prueba de permeabilidad, se diseñó un permeámetro casero para el cual nos basaremos en la formula descrita por la norma ACI 522 R el molde consiste en un cilindro vertical de una sección de área A y una altura L, teniendo como rango del coeficiente de permeabilidad de (0.14 a 1.22 cm/seg)

Para lo cual se hará uso de la siguiente formula:

$$K = \frac{L * a * \ln\left(\frac{h1}{h2}\right)}{(t2 - t1) * A}$$

Donde:

L: Altura de la muestra (cm)

a: Área del tubo cilíndrico graduado (cm²)

h1: Altura de la columna de agua en el tubo graduado al inicio de la prueba (cm)

h2: Altura de la columna de agua en el tubo graduado al final de la prueba (cm)

t1: Tiempo inicial (Seg)

t2: Tiempo final (Seg)

A: Área promedio de la muestra (cm²)

K: coeficiente de permeabilidad (cm/seg)

2.2.6. Método del comité 211 del ACI

Independientemente que las características finales del concreto sean indicadas en las especificaciones técnicas o dejadas al criterio del profesional responsable del diseño de mezcla, las cantidades de materiales por metro cubico de concreto pueden ser determinadas, cuando se emplea el método del Comité 211 del ACI, siendo la secuencia que a continuación se indica.

- Selección de la resistencia promedio a partir de la resistencia a la compresión especificada y la desviación estándar de la compañía requerida.
- Selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- Selección del asentamiento.



- Selección del volumen de unitario del agua de diseño.
- Selección del contenido de aire.
- Selección de la relación agua/cemento por resistencia y durabilidad
- Determinación del factor cemento
- Determinación del contenido de agregado grueso
- Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire, y agregado grueso
- Determinación del volumen absoluto de agregado fino.
- Determinación de los valores de diseño del cemento, agua, aire agregado fino y agregado grueso.
- Corrección de los valores de diseño por humedad del agregado.
- Determinación de la proporción en peso, de diseño y de obra.
- Determinación de los pesos por tanda de una bolsa

2.2.7. Diseño de mezcla para el concreto permeable

En la presente investigación el diseño de mezcla se realizará por los parámetros que indica la norma ACI-522-06 y la investigación de un método de diseño de mezcla para concreto poroso según varios autores los cuales se mencionará en el procedimiento del diseño de mezcla.

Por consiguiente, en el diseño de mezcla a emplear será por proporciones que para lo cual se seguirá el siguiente procedimiento que se detallará a continuación.

- En la presente investigación se considera que el porcentaje de vacíos es de 15%, se considera este porcentaje según el autor (Mulligan, 2005), el cual indica que para que un concreto sea poroso el porcentaje de vacíos varía entre 15% y 40%
- Estudios de (Mulligan, 2005), indica que las relaciones de AG/C entre 4/1 y 8/1 llegando a la conclusión de que la permeabilidad no se ve seriamente afectada por esta esta variable mientras la pasta no provoque obstrucciones. Asiendo el ensayo respectivo se llegó a la conclusión que la relación que tiene mejor trabajabilidad y no exista mucha segregación se encuentra en 4/1.
- Para la obtención de la relación de agregado fino con respecto al agregado grueso nos basamos en la investigación de (Fernandez, 2001), el cual indica



que lo recomendable es de 5% a 30% se toma el 5% para tener una adherencia de mortero con las partículas del agregado para así poder evitar segregado y no disminuir la permeabilidad del concreto.

2.2.8. Elaboración y curado de briquetas.

La elaboración de las briquetas se hará de acuerdo a la norma técnica peruana que posterior a su elaboración de los testigos estas serán sometidas a la máquina de compresión en los periodos de 7, 14, 28 días.

2.2.9. Resistencia a compresión del concreto

La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del concreto, dada la importancia que reviste esta propiedad, dentro de una estructura convencional de concreto reforzado, la forma de expresarla es, en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm² y con alguna frecuencia lb/pulg². La equivalencia que hay entre los dos es que 1 psi es igual a 0.07kg/cm². La forma de evaluar la resistencia del concreto es mediante pruebas mecánicas que pueden ser destructivas, las cuales permiten probar repetidamente la muestra de manera que se pueda estudiar la variación de la resistencia u otras propiedades con el paso del tiempo. Para las primeras se utilizan tres tipos de muestras: cilindros, cubos y prismas. Para las segundas hay diferentes sistemas.

El ensayo de compresión es meramente lo contrario del de tensión con respecto a la dirección o el sentido del esfuerzo aplicado. Las razones generales para la elección de uno u otro tipo de ensayo se establecieron. Asimismo, un número de principios generales se desarrolló a través de la sección sobre el ensayo de tensión sobre los cuales son igualmente aplicables al ensayo de compresión. Existen, sin embargo, varias limitaciones especiales del ensayo de compresión a las cuales se debe dirigir la atención: La dificultad de aplicar una carga verdaderamente concéntrica o axial. El carácter relativamente inestable de este tipo de carga en contraste con la carga tensiva, Existe siempre una tendencia al establecimiento de esfuerzos flexionantes y a que el efecto de las irregularidades de alineación accidentales dentro de la probeta se acentúa a medida que la carga prosigue. La fricción entre los puentes de la máquina de ensayo o las placas de apoyo y las superficies de los extremos de la probeta debido a la expansión lateral de esta. Esto puede alterar considerablemente los resultados que se obtendrían



si tal condición de ensayo no estuviera presente. Las áreas seccionales, relativamente mayores de la probeta para ensayo de compresión para obtener un grado apropiado de estabilidad de la pieza. Esto se traduce en la necesidad de una máquina de ensayo de capacidad relativamente grande o probetas tan pequeñas y por lo tanto, tan cortas que resulta difícil obtener de ellas mediciones de deformación de precisión adecuada.

2.2.10. Curado del concreto.

El curado es el mantenimiento de un adecuado contenido de humedad y temperatura en el concreto a edades tempranas, de manera que este pueda desarrollar las propiedades para las cuales fue diseñada la mezcla. El curado comienza inmediatamente después del vaciado y el acabado de manera que el concreto pueda desarrollar la resistencia y la durabilidad deseada.

Sin un adecuado suministro de humedad los materiales cementantes en el concreto, no pueden reaccionar para formar un producto de calidad. El secado puede eliminar el agua necesaria para la reacción química denominada hidratación y por el cual el concreto no alcanzara sus propiedades potenciales.

La temperatura es un factor importante en un curado apropiado basándose en la velocidad de hidratación y por lo tanto, en el desarrollo de las resistencias es mayor a más altas temperaturas. Generalmente la temperatura del concreto debe ser mantenida a 10°C para un ritmo adecuado de desarrollo de resistencia. Además debe mantenerse una temperatura uniforme a través de las secciones del concreto, mientras está ganando resistencia, para evitar las grietas por choque térmico. (Yura, 2000)



CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Metodología de la investigación.

3.1.1. Tipo de investigación.

Según (Hernandez, 2004), podemos afirmar que la investigación es de tipo **cuantitativo** por la siguiente razón.

Cuantitativo: Se menciona que la presente investigación es de tipo cuantitativo puesto que se elaboran muestras las cuales tendrán que ser analizadas en bases a los resultados obtenidos de la elaboración de las muestras.

Se menciona que es de tipo cuantitativo por la naturaleza de los datos y de acuerdo al objetivo planteado que es determinar la resistencia a compresión del Concreto Poroso.

3.1.2. Nivel de investigación.

Según (Martinez, 2008), el cual indica que el nivel de la investigación será **descriptivo** por las siguientes razones.

Descriptivo: Los estudios descriptivos buscan experimentar las propiedades, las características y perfiles de objetos o cualquier fenómeno que se someten a un análisis, en la presente investigación evaluaremos datos de diferentes conceptos planteados como se menciona en la matriz.

3.1.3. Método de investigación.

Según (Hernandez, 2004), podemos afirmar que en la investigación se usará el método **hipotético deductivo**.

Hipotético: En el objetivo del problema planteamos determinar la resistencia del Concreto Poroso, sin saber los resultados es por ello que se plantea la hipótesis de que tendrá diferentes comportamientos del Concreto Poroso según el porcentaje adicionado de aditivo súper plastificante.

Deductivo: Al obtener los resultados de tendrá que demostrar dicha hipótesis planteada, según los valores que se haya obtenido.



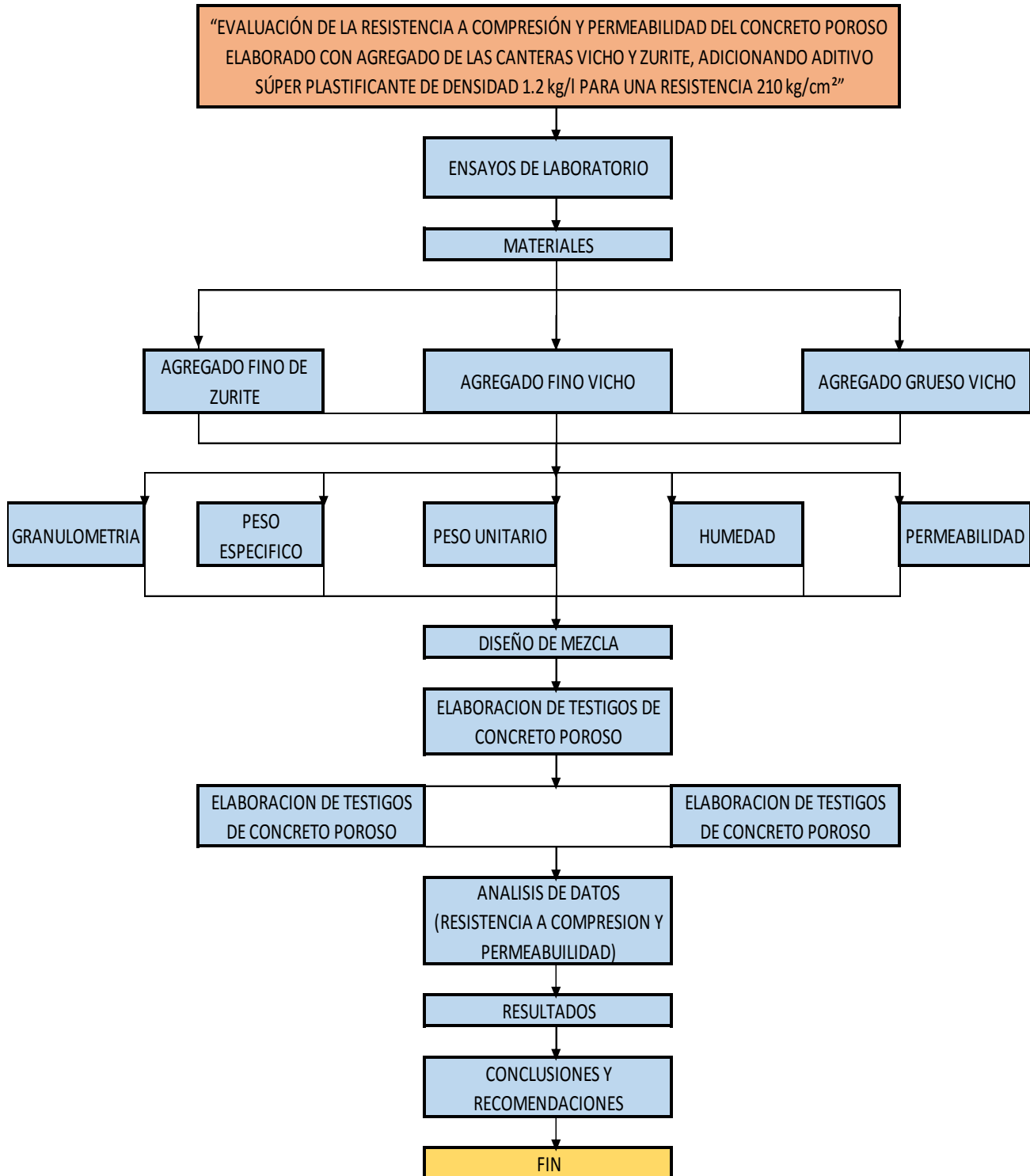
3.2. Diseño de la investigación.

3.2.1. Diseño metodológico.

Según (Samperi, 2002), se puede indicar que la investigación es de tipo experimental.

Experimental. Se menciona que es la investigación es de tipo experimental ya que se evalúa el comportamiento a compresión del Concreto Poroso, utilizando agregado grueso de la cantera de Vicho y la utilización en mínima cantidad del agregado fino de la cantera de Zurite.

3.2.2. Diseño de ingeniería.



3.3. Población y muestra.

3.3.1. Población.

3.3.1.1. Descripción de la población.

En la presente investigación la población estará definida por la cantidad de 126 briquetas para pruebas a compresión y 18 para el ensayo de permeabilidad que será elaboradas con agregado de las canteras de Vicho y Zurite, y los porcentajes de aditivos en peso que será añadidas a dichas briquetas.

Los principales elementos que constituirán para la elaboración será:

- Agregado grueso de Vicho
- Agregado fino de Vicho y Zurite.
- Cemento portland tipo IP
- Aditivo súper plastificante.
- Agua.

3.3.1.2. Cuantificación de la población.

En la presente investigación se tendrá un total de 21 briquetas sin aditivos las cuales tendrán que ser elaborada sin incorporación de ningún tipo de aditivo, así de la misma manera se tendrán 105 briquetas con aditivo súper plastificante en un 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2,5% en peso del cemento tal como se muestra en las siguientes tabla n° 4 y n°5

Tabla 4. Testigo de concreto para rotura a compresión.

MUESTRA (BRIQUETAS)	TESTIGOS PATRÓN	TESTIGOS CON ADITIVO SÚPER PLASTIFICANTE					SUB TOTAL
		0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	
A los 7 días	7	7	7	7	7	7	42
A los 14 días	7	7	7	7	7	7	42
A los 28 días	7	7	7	7	7	7	42
TOTAL DE BRIQUETAS							126

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Testigo de concreto para ensayo de permeabilidad.

MUESTRA	TESTIGO PATRÓN	TESTIGOS CON ADITIVO SÚPER PLASTÍFICANTE					TOTAL
		0.50%	1.00%	1.50%	2.00%	2.50%	
CANTIDAD	3	3	3	3	3	3	18

Fuente: Elaboración propia.



3.3.2. Muestra.

3.3.2.1. Descripción de la muestra.

El número de muestras ensayadas será la población en general, cada una de ellas contendrá un porcentaje determinado de aditivo súper plastificante y tendrán que ser sometidos al ensayo a compresión para poder determinar la resistencia y la permeabilidad del Concreto Poroso.

3.3.2.2. Cuantificación de la muestra.

Para la presente investigación se toma el 100% de la población, tomando en consideración que todas las muestras estarán compuestas por los diferentes porcentajes de aditivos súper plastificantes como también el testigo que no presenta ningún porcentaje de aditivos para sus respectivos ensayos.

Las muestras que serán ensayadas a compresión estarán compuestas por los siguientes porcentajes de aditivos súper plastificantes, 0% 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5%, que en total será 126 testigos.

Las muestras del ensayo de permeabilidad estarán compuestas por los siguientes porcentajes de aditivos súper plastificantes, 0% 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5%, que en total será 18 testigos.

3.3.2.3. Método de muestreo.

Para la presente investigación se utilizará el método no probabilístico puesto que se evaluará a toda la población.

La obtención de las muestras de testigos de Concreto Poroso se hizo tomando en cuenta la norma técnica peruana así como también el criterio propio de los investigadores.

3.3.2.4. Criterios de evaluación de la muestra.

Se tuvieron los siguientes criterios de evaluación de muestras que fueron medidos como se indica a continuación:

- Resistencia a la compresión del concreto → máquina de resistencia a la compresión.
- Permeabilidad → permeámetro casero.



3.3.3. Criterios de inclusión.

A continuación, se exponen los criterios de inclusión que se utilizaron en la presente investigación:

- El Concreto Poroso tendrá una resistencia de 210 kg/cm².
- El concreto está fabricado con agregado de las canteras de Vicho y Zurite.
- El Concreto Poroso será elaborado con agua potable del cusco.
- El cemento utilizado para el diseño de mezcla es Cemento portland IP.
- La permeabilidad en el Concreto Poroso.
- Se utilizará aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l
- Los elementos de evaluación de la muestra son probetas de 0.15 m de diámetro y 0.30 m de altura.
- Los elementos de evaluación para la prueba de permeabilidad tendrán un diámetro de 10.16 (4") y altura 20.3 cm.
- El tamaño máximo nominal del agregado grueso es 1/2"

3.4. Instrumento.

3.4.1. Instrumento metodológico.

Los instrumentos utilizados en principio son los formatos de laboratorio, en el cual se anotarán todos los resultados obtenidos en cada ensayo que se realice y el procedimiento de los mismos para luego ser evaluados.

Los formatos serán:

- Formato para la recolección de datos del ensayo de granulometría
- Formato para la recolección de datos del ensayo de peso unitario y humedad.
- Formato para la recolección de datos del ensayo de peso específico.
- Formato para la recolección de datos del ensayo de resistencia a la compresión.
- Formato para la recolección de datos del diseño de mezcla del Concreto Poroso con la adición de aditivos y sin aditivos.
- Formato para la permeabilidad

Figura 2. Ficha de laboratorio para granulometría de agregado fino.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO POROSO ELABORADO CON AGREGADO DE LAS CANTERAS VICHO Y ZURITE, ADICIONANDO ADITIVO SÚPER PLASTIFICANTE DE DENSIDAD 1.2 kg/l PARA UNA RESISTENCIA 210 kg/cm².

Tesistas

Hubert Choque Ccaritayña
 Juan Cesar Ccana Sicos

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO (NTP 400.012 - 2001)

DATOS DE LA MUESTRA

FECHA: _____
 CANTERA: _____ COLOR: _____
 AGREGADO: _____ TAMAÑO MÁXIMO: _____
 TIPO DE MUESTRA: _____ FORMA: _____
 USO MUESTRA: _____ OBSEVACIÓN: _____

DATOS DEL ENSAYO

PESO MATERIAL TOTAL: _____ gr

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO(gr)	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8"					
#4					
#8					
#16					
#30					
#50					
#100					
#200					
CAZUELA					
TOTAL					

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

MODULO DE FINEZA: _____

Fuente: elaboración propia

Figura 3. Ficha de laboratorio para granulometría de agregado grueso.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
				EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO POROSO ELABORADO CON AGREGADO DE LAS CANTERAS VICHO Y ZURITE, ADICIONANDO ADITIVO SÚPER PLASTIFICANTE DE DENSIDAD 1.2 kg/l PARA UNA RESISTENCIA 210 kg/cm ² .	
Tesistas		Hubert Choque Ccaritayña			
		Juan Cesar Ccana Sicos			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO (NTP 400.012 - 2001)					
<u>DATOS DE LA MUESTRA</u>					
		FECHA: _____			
		CANTERA: _____		COLOR: _____	
		AGREGADO: _____		TAMAÑO MÁXIMO: _____	
		TIPO DE MUESTRA: _____		FORMA: _____	
		USO MUESTRA: _____		OBSEVACIÓN: _____	
<u>DATOS DEL ENSAYO</u>					
PESO MATERIAL TOTAL		1748.50	gr		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO(gr)	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
#4					
#8					
#16					
CAZUELA					
TOTAL					
Error: _____					
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <h3 style="text-align: center;">ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</h3> <p style="text-align: center;">MODULO DE FINEZA: _____</p> </div>					

Fuente: elaboración propia

Figura 4. Ficha de laboratorio para peso específico.

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO POROSO ELABORADO CON AGREGADO DE LAS CANTERAS VICHO Y ZURITE, ADICIONANDO ADITIVO SÚPER PLASTIFICANTE DE DENSIDAD 1.2 kg/l PARA UNA RESISTENCIA 210 kg/cm ² .		
Tesisistas	Hubert Choque Ccaritayña Juan Cesar Ccana Sicos	
FECHA:		
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO		
AGREGADO FINO PASANTE TAMIZ N° 4 (NTP 400.022 - 1979)		
PESO PIGNOMETRO + AGUA HASTA LA TARA		gr.
PESO DEL PIGNOMETRO		gr.
PESO DE UN VOLUMEN DE AGUA IGUAL A LA TARA DEL PIGNOMETRO		gr.
PESO DEL PIGNOMETRO + MUESTRA SECA		gr.
PESO MUESTRA HUMEDA		gr.
PESO PIGNOMETRO + MUESTRA + AGUA HASTA EL AFORO		gr.
PESO AGUA AUMENTADA		gr.
PESO MUESTRA SECADA A PESO CONSTANTE		gr.
PESO DE UN VOLUMEN DE AGUA IGUAL A LA MUESTRA SECADA		gr.
PESO ESPECIFICO DE MASA:		
$P_{em} = \frac{A}{(v - w)}$	Pem =	<input type="text"/>
PESO ESPECIFICO CON LA MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA:		
$P_{esss} = \frac{B}{(v - w)}$	PeSSS =	<input type="text"/>
PESO ESPECIFICO APARENTE:		
$P_{ea} = \frac{A}{(v - w) - (B - A)}$	Pea =	<input type="text"/>
ABSORCION:		
$A_b(\%) = \left(\frac{B - A}{A} \right) * 100$	Abs (%) =	<input type="text"/>
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO		
AGREGADO GRUESO RETENIDA TAMIZ N° 4 (NTP 400.021 - 1977)		
PESO CESTA + MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA AL AIRE		gr.
PESO CESTA EN EL AIRE		gr.
PESO MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA EN EL AIRE		gr.
PESO SUMERGIDO EN AGUA DE LA CESTA + MUESTRA SATURADA		gr.
PESO CESTA EN AGUA		gr.
PESO MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA EN AGUA		gr.
MUESTRA PESO SECADA A PESO CONSTANTE		gr.
PESO ESPECIFICO DE MASA:		
$P_{em} = \frac{A}{(B - C)}$	Pem =	<input type="text"/>
PESO ESPECIFICO CON LA MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA:		
$P_{esss} = \frac{B}{(B - C)}$	PeSSS =	<input type="text"/>
PESO ESPECIFICO APARENTE:		
$P_{ea} = \frac{A}{(A - C)}$	Pea =	<input type="text"/>
ABSORCION:		
$A_b(\%) = \left(\frac{B - A}{A} \right) * 100$	Abs (%) =	<input type="text"/>

Fuente: elaboración propia

Figura 5. Ficha de laboratorio para peso unitario de agregado fino y grueso y humedad.

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
		EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO POROSO ELABORADO CON AGREGADO DE LAS CANTERAS VICHO Y ZURITE, ADICIONANDO ADITIVO SÚPER PLASTIFICANTE DE DENSIDAD 1.2 kg/l PARA UNA RESISTENCIA 210 kg/cm ² .			
Tesistas		Hubert Choque Ccaritayña Juan Cesar Ccana Sicos			
FECHA:					
PESO UNITARIO DE AGREGADOS (NTP 400.017 - 1999)					
<u>CONTENIDO DE HUMEDAD</u>					
N°	GRAVA	GRAVA	ARENA	ARENA	
N° DE TARA					
PESO TARA (gr)					
PESO T + MH (gr)					
PESO T + MS (gr)					
% HUMEDAD					
PROMEDIO (%)					
<u>AGREGADO GRUESO SUELTO</u>					
N°	1	2	3		
PESO DE MOLDE (kg)					
PESO DE MOLDE + AGREGADO (kg)					
VOLUMEN MOLDE (cm³)					
PESO MATERIAL (kg)					
PESO UNITARIO (gr/cm³)					
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m³)					
<u>AGREGADO GRUESO COMPACTADO</u>					
N°	1	2	3		
PESO DE MOLDE (kg)					
PESO DE MOLDE + AGREGADO (kg)					
VOLUMEN MOLDE (cm³)					
PESO MATERIAL (kg)					
PESO UNITARIO (gr/cm³)					
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m³)					
<u>AGREGADO FINO SUELTO</u>					
N°	1	2	3		
PESO DE MOLDE (kg)					
PESO DE MOLDE + AGREGADO (kg)					
VOLUMEN MOLDE (cm³)					
PESO MATERIAL (kg)					
PESO UNITARIO (gr/cm³)					
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m³)					

Fuente: elaboración propia

Figura 6. Ficha de laboratorio para ensayo de coeficiente de permeabilidad.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
		<small>EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO POROSO ELABORADO CON AGREGADO DE LAS CANTERAS VICHO Y ZURITE, ADICIONANDO ADITIVO SÚPER PLASTIFICANTE DE DENSIDAD 1.2 kg/l PARA UNA RESISTENCIA 210 kg/cm².</small>							
Tesis		Hubert Choque Ccaritayña Juan Cesar Ccana Sicos							
FECHA:									
COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (ASTM-D2434)									
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;"> Coeficiente de Permealidad (K) $K = (L \cdot a \cdot \ln(h_1/h_2)) / ((t_2 - t_1) \cdot A)$ </div>									
L : altura de la muestra (cm)									
a : area del tubo cilindrico graduado (cm ²)									
h1 : altura de la columna de agua en el tubo graduado al inicio de la prueba (cm)									
h2 : altura de la columna de agua en el tubo graduado al final de la prueba (cm)									
t1 : tiempo inicial (s)									
t2 : tiempo final (s)									
A : area promedio de la muestra (cm ²)									
K : Coeficiente de Permeabilidad (cm/s)									
Muestra	M-1			M-2			M-3		
Ensayo	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3
L (cm)									
a (cm ²)									
h1 (cm)									
h2 (cm)									
t1 (s)									
t2 (s)									
d1 (cm)									
d2 (cm)									
A (cm ²)									
K (cm/s)									
K Prom.									
Muestra	M-4			M-5			M-6		
Ensayo	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3	E-1	E-2	E-3
L (cm)									
a (cm ²)									
h1 (cm)									
h2 (cm)									
t1 (s)									
t2 (s)									
d1 (cm)									
d2 (cm)									
A (cm ²)									
K (cm/s)									
K Prom.									

Fuente: elaboración propia



Figura 7. Ficha de laboratorio para resistencia a compresión.

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL							
EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO POROSO ELABORADO CON AGREGADO DE LAS CANTERAS VICHO Y ZURITE, ADICIONANDO ADITIVO SÚPER PLASTIFICANTE DE DENSIDAD 1.2 kg/l PARA UNA RESISTENCIA 210 kg/cm ² .									
Tesistas		Hubert Choque Ccaritayña							
		Juan Cesar Ccana Sicos							
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS (NTP 339.034 - 1999)									
<u>DATOS DEL ENSAYO</u>									
RESISTENCIA:		210 kg/cm ²		%DE VACÍOS: 15%					
				PATRON					
N° DE BRIQ.	DETALLE	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	DIAMETRO cm	AREA cm ²	LECTURA DIAL (kN)	RESISTENCIA kg/cm ²	PORCENTAJE ALCANZADO
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									

Fuente: elaboración propia



3.4.2. Instrumento de ingeniería.

En la presente investigación se utilizaron como instrumentos de ingeniería los que se mencionaran al instante de hacer los ensayos de laboratorio respectivo.

Mencionar que las pruebas de laboratorio así como la rotura de briquetas se realizó en el laboratorio de **UNITEST S.A.C.** ubicado en la Urb. Ttio W-26 (Quinto paradero Ttio), la siguiente investigación está realizada para una resistencia de $f'c=210$ kg/cm².

En el presente laboratorio se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Balanza de precisión
- Horno.
- Tamices
- Moldes briqueteras
- Recipientes
- Fiolas
- Varillas
- Cámara fotográfica
- Carretilla
- Palas
- Canasta
- Espátulas
- Sacos o bolsas
- Brocha

3.5. Procedimiento de recolección de datos.

3.5.1. Muestreo de agregados en campo.

A) instrumentos utilizados.

- Balanza de precisión
- Una pala
- Saco o bolsa
- Brocha
- Espátula
- Regla de metal

B) Procedimiento

Primero se hizo la extracción del agregado de las canteras Vicho y Zurite, así se presenta la fotografía del lugar de extracción del material.

Figura 8. Muestreo del agregado grueso y fino de las canteras Vicho y Zurite.

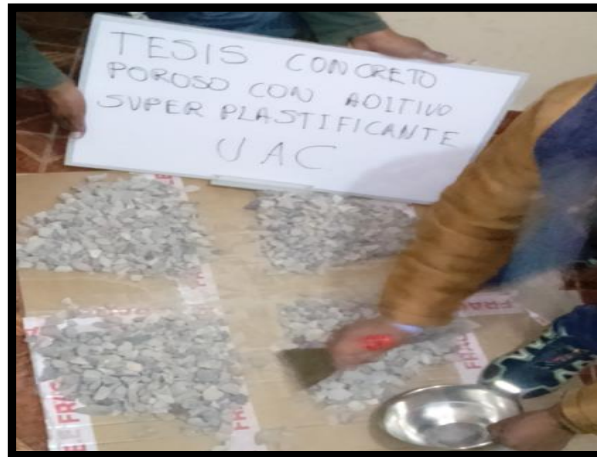


Fuente: propia

Luego de tomar la muestra de las canteras, se aplica el método de cuarteo que consiste en:

- Se extrajo de la cantera una cantidad aproximada de 200 kg de agregado grueso.
- De la misma manera se extrajo agregado fino una cantidad de 50 kg
- Después de echar, se procede a mezclar adecuadamente la muestra.
- Para agregado fino una cantidad no menor a 25 kg.
- Para agregado grueso una cantidad no menor a 70 kg.
- Con esta muestra se procedió a formar una ruma, luego se extiende con una pala para así darle una base circular de espesor uniforme.
- Se divide el material en partes iguales.
- Se toma como partes representativas dos partes opuestas.

Figura 9. Muestreo del agregado grueso de Vicho.



Fuente: propia

Figura 10. Muestreo del agregado fino de Zurite.



Fuente: propia

- Se mezcla las partes elegidas, se mezcla y se repite el proceso de cuarteo.

C) Toma De Datos

Para los siguientes ensayos los cuales se mencionarán se requerirán las siguientes cantidades de materiales para el total

Tabla 6. Cantidad de material para los ensayos.

Material	Peso (kg)
Agregado grueso de Vicho	200
Agregado fino Vicho	50
Agregado	50

Fuentes: elaboración propia

3.5.2. Granulometría. (NTP 400.012)

A) Instrumentos utilizados.

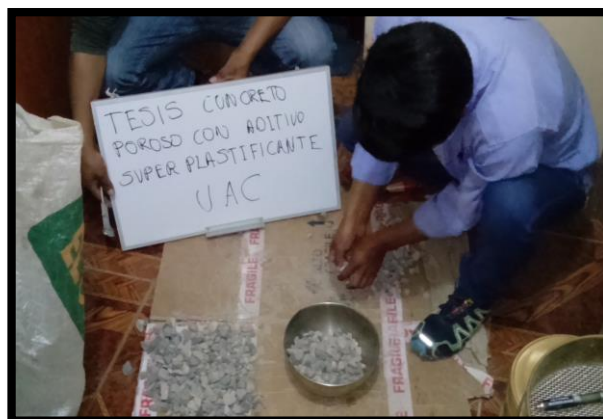
- Balanza graduada
- Juego de tamices para agregado fino.
- Juego de tamices para agregado grueso.
- Espátula
- Bandejas

B) Procedimiento

Se tiene que seguir los siguientes pasos.

- Se selecciona el material de agregado grueso aleatoriamente, haciendo el cuarteo se selecciona una porción para luego pesar y posteriormente lavar.

Figura 11. Selección del agregado grueso Vicho



Fuente: Propia

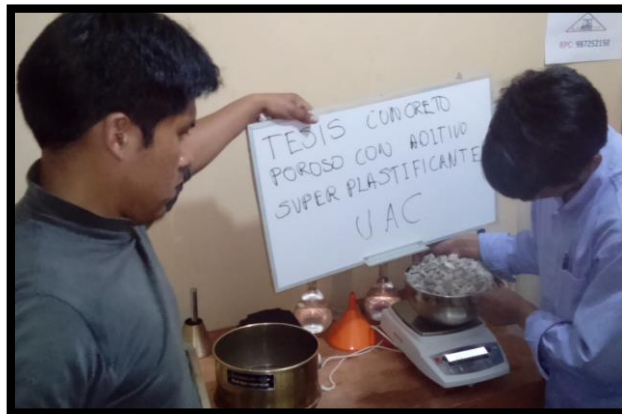
Figura 12. Muestra seleccionada para su posterior pesado.



Fuente: Propia

- Se pesa la muestra del agregado grueso.

Figura 13. Pesado de la muestra



Fuente: Propia

- Se lava el agregado con la utilización de la malla N° 200, para evitar pérdida de material.

Figura 14. Pesado de la muestra.



Fuente: Propia

- Se seca al horno a una temperatura de 110°C, durante 24 hrs

Figura 15. Muestra del agregado grueso puesta al horno.



Fuente: Propia

- Luego se efectúa el tamizado en los tamices (1 ½", 1", 3/4", 1/2", 3/8", #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200) que cumplen las especificaciones técnicas de la Norma Técnica Peruana:

Figura 16. Ordenamiento de los tamices.



Fuente: Propia

Figura 17. Agregado grueso a punto de ser tamizado.



Fuente: Propia

- Se tiene que pesar el recipiente para luego tararlo en cero, o poder despreciar el peso del recipiente

Figura 18. Pesado de la bandeja.



Fuente: Propia.

- Se pesan la muestra retenida de cada uno de los tamices ordenados.

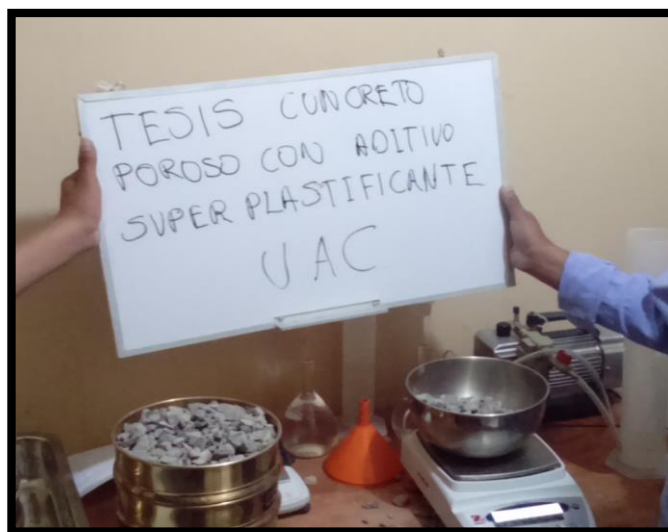
Figura 19. Muestra retenida en los tamices.



Fuente: Propia

- Seguidamente se pesa las muestras retenidas en los tamices seleccionados, los cuales se mencionaran en el análisis de datos.

Figura 20. Muestra en proceso de pesado.



Fuente: Propia

Nota: En la presente recolección de datos para granulometría, este se realizó para el agregado grueso de Vicho, agregado fino de Vicho y Zurite y la respectiva combinación de los dos agregados finos de Vicho y Zurite. Por lo que en el resultado de toma de datos se mostrara todos en general.

C) Toma de datos de la granulometría.

Tabla 7. Peso retenido de agregado fino, cantera de Zurite.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO POROSO ELABORADO CON AGREGADO DE LAS CANTERAS VICHO Y ZURITE, ADICIONANDO ADITIVO SÚPER PLASTIFICANTE DE DENSIDAD 1.2 kg/l PARA UNA RESISTENCIA 210 kg/cm ² .		
Tesistas	Hubert Choqque Ccaritayña Juan Cesar Ccana Sicos	
GRANULOMETRIA DE AGREGADO (NTP 400.012 - 2001) DATOS DE LA MUESTRA FECHA: 27/05/2016 CANTERA: ZURITE PESO MATERIAL TOTAL 422.89		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO(gr)
3/8"	9.53	0.00
#4	4.75	18.24
#8	2.36	94.96
#16	1.18	114.48
#30	0.59	78.00
#50	0.30	62.10
#100	0.15	41.40
#200	0.08	10.50
CAZUELA		1.20
TOTAL		420.88

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Peso retenido de agregado fino, cantera de Vicho.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO POROSO ELABORADO CON AGREGADO DE LAS CANTERAS VICHO Y ZURITE, ADICIONANDO ADITIVO SÚPER PLASTIFICANTE DE DENSIDAD 1.2 kg/l PARA UNA RESISTENCIA 210 kg/cm ² .		
Tesistas	Hubert Choqque Ccaritayña Juan Cesar Ccana Sicos	
GRANULOMETRIA DE AGREGADO (NTP 400.012 - 2001) DATOS DE LA MUESTRA FECHA: 28/05/2016 CANTERA: VICHO PESO MATERIAL TOTAL 407.88		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO(gr)
3/8"	9.53	0.00
#4	4.75	18.26
#8	2.36	24.18
#16	1.18	74.95
#30	0.59	88.21
#50	0.30	81.90
#100	0.15	66.72
#200	0.08	50.67
CAZUELA		1.55
TOTAL		406.44

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Peso retenido combinado de las canteras de Vicho y Zurite.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO POROSO ELABORADO CON AGREGADO DE LAS CANTERAS VICHO Y ZURITE, ADICIONANDO ADITIVO SÚPER PLASTIFICANTE DE DENSIDAD 1.2 kg/l PARA UNA RESISTENCIA 210 kg/cm ² .		
Tesistas	Hubert Choque Ccaritayña Juan Cesar Ccana Sicos	
GRANULOMETRIA DE AGREGADO (NTP 400.012 - 2001)		
DATOS DE LA MUESTRA		
FECHA:		29/05/2016
CANTERA:		VICHO - ZURITE
PESO MATERIAL TOTAL		413.66
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO(gr)
3/8"	9.53	0.00
#4	4.75	18.25
#8	2.36	59.57
#16	1.18	94.72
#30	0.59	83.11
#50	0.30	72.00
#100	0.15	54.06
#200	0.08	30.59
CAZUELA		1.38
TOTAL		413.66

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Peso retenido del agregado grueso, cantera de Vicho

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO POROSO ELABORADO CON AGREGADO DE LAS CANTERAS VICHO Y ZURITE, ADICIONANDO ADITIVO SÚPER PLASTIFICANTE DE DENSIDAD 1.2 kg/l PARA UNA RESISTENCIA 210 kg/cm ² .		
Tesistas	Hubert Choque Ccaritayña Juan Cesar Ccana Sicos	
GRANULOMETRIA DE AGREGADO (NTP 400.012 - 2001)		
DATOS DE LA MUESTRA		
FECHA:		30/05/2016
CANTERA:		VICHO
PESO MATERIAL TOTAL:		1748.50
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO(gr)
3"	75.00	0.00
2"	50.00	0.00
1 1/2"	37.50	0.00
1"	25.00	0.00
3/4"	19.00	0.00
1/2"	12.50	837.20
3/8"	9.50	512.70
#4	4.75	373.10
#8	2.36	12.90
#16	1.18	5.30
CAZUELA		1.40
TOTAL		1742.60

Fuente: Elaboración propia

3.5.3. Peso unitario y contenido de humedad. (NTP 400.017, 400.010)

A) Instrumentos utilizados.

- Molde o recipiente a medida
- Balanza graduada.
- Brocha
- Varilla
- Cucharon o pala
- Horno de temperatura 110 °C
- Taras

B) Procedimiento

A) Peso unitario del agregado compacto (PUC)

Para calcular el peso unitario del agregado compacto se sigue el siguiente procedimiento.

- Se determina la masa del recipiente vacío y se registra el valor.

Figura 21. Peso del recipiente.



Fuente: Propia

- Se llena el recipiente con la muestra hasta un tercio de su capacidad, para luego apisonar con la varilla.