



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

“Mejoramiento de la mezcla del concreto permeable adicionando polipropileno en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash - 2017”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

Autora:

RONDAN RODRIGUEZ, DARLIN

Asesor:

CORDOVA SALCEDO, FELIMON DOMINGO

Línea de investigación:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

LIMA-PERÚ

Año 2018

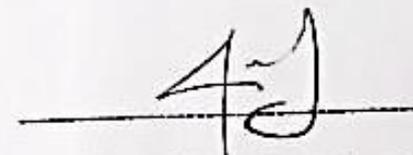
El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) **RONDÁN RODRIGUEZ, Darlin Kathleen**, cuyo título es: "Mejoramiento de la mezcla del concreto permeable adicionando polipropileno en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash-2017"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 18 (número) DIEZ Y OCHO (letras).

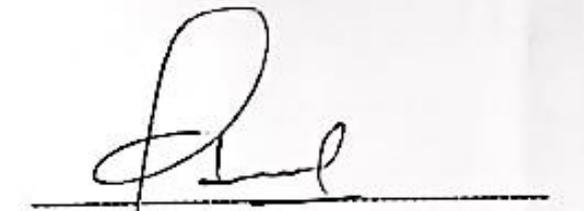
Lima 03 de Julio del 2018



Mg. VARGAS CHACALTANA, Luis
PRESIDENTE



Mg. RÍOS DÍAZ, Orlando Hugo
SECRETARIO



Mg. CÓRDOVA SALCEDO, Felimón Domingo
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------

Dedicatoria

A quienes dejaron de comprarse algo para invertir en mi educación, mis padres.

A los que no sobrevivieron a la universidad y a los que aún sobreviven a ella.

Agradecimientos

Al Mg. Córdova Salcedo Felimón Domingo, ya que sin su paciencia y guía hubiera terminado esta tesis años después.

A esos amigos que me apoyaron, sin ellos mi vida sería exactamente la misma, pero igual les agradezco por existir.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

IV

Yo, Darlin Kathleen Rondán Rodríguez, identificada con DNI N° 70374564, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 17 de julio del 2018

Rondán Rodríguez, Darlin Kathleen

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: “Mejoramiento de la mezcla del concreto permeable adicionando polipropileno en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash - 2017”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Civil.

Rondán Rodríguez, Darlin Kathleen

ÍNDICE

Página del jurado	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos	iii
Declaración de autenticidad.....	iv
Presentación.....	v
I. INTRODUCCION.....	3
1.1. Realidad problemática	3
1.2. Trabajos previos.	5
1.2.1. Antecedentes nacionales.....	5
1.2.2. Antecedentes internacionales.	7
1.3. Teorías relacionadas con el tema.....	10
1.3.1. Concreto permeable.....	10
1.3.2. Polipropileno.	22
1.3.3. Pavimento de concreto permeable.....	26
1.4. Formulación del problema.....	30
1.4.1. Problema general.....	30
1.4.2. Problemas específicos.	30
1.5. Justificación del estudio.	31
1.6. Hipótesis.....	31
1.6.1. Hipótesis general.	32
1.6.2. Hipótesis específicas.	32
1.7. Objetivos.	32
1.7.1. Objetivo general.	33
1.7.2. Objetivo específico.....	33

II. METODOLOGÍA	33
2.1. Diseño, tipo, nivel y enfoque de investigación.....	33
2.1.1. Diseño de investigación.....	33
2.1.2. Tipo de investigación.	34
2.1.3. Nivel de investigación.	34
2.1.4. Enfoque de investigación.	35
2.2. Variables, Operacionalización.....	35
2.2.1. Variables.....	35
2.2.2. Operacionalización de variables.....	36
2.3. Población, muestra y muestreo.....	39
2.3.1. Población.....	39
2.3.2. Muestra.....	39
2.3.3. Muestreo.....	40
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	40
2.4.1. Técnicas de recolección de datos.	40
2.4.2. Instrumentos de recolección de datos.....	41
2.4.3. Validez.	41
2.4.4. Confiabilidad.....	41
2.4.5. Métodos de análisis de datos.	42
2.4.6. Ensayos realizados.	42
2.4.7. Aspectos éticos.....	59
III. RESULTADOS:.....	59
3.1. Granulometría.....	59
3.2. Peso Unitario.....	60
3.3. Ensayos de concreto en estado endurecido.	67
3.3.1. Porcentaje de vacíos en estado endurecido del concreto permeable.	67
3.3.2. Coeficiente de permeabilidad del concreto permeable.....	77
3.3.3. Resistencia a la compresión.	79

3.3.4. Comparación de la evolución de la resistencia a la compresión.	86
3.4. Análisis de costos del concreto permeable.	88
IV. Discusión	92
V. Conclusiones:	95
VI. Recomendaciones	97
VII. Referencias	98
VIII. Anexos:	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Resumen norma ASTM, NTP y AASHTO.....	21
Tabla N°2. Propiedades existentes en la fibra plástica (polipropileno).....	25
Tabla N°3. Matriz de Operacionalización de variables independientes	37
Tabla N°4. Matriz de Operacionalización de variables (dependiente)	38
Tabla N°5. Características de la cantera Huancapampa-Recuay.....	43
Tabla N°6. <i>Especificaciones de la cantera Huancapampa-Recuay</i>	47
Tabla N°7. <i>Precipitación máxima en 24 horas</i>	48
Tabla N°8. Número de muestras para el ensayo de resistencia a la compresión.	52
Tabla N°9. Número de muestras para el ensayo de permeabilidad.	54
Tabla N°10. Número de muestras para el ensayo de porcentaje de vacíos.	57
Tabla N°11. Peso unitario del concreto permeable con 0.00% de tiras en su estado fresco (granulometría normalizada).	61
Tabla N°12. Peso unitario del concreto permeable con 0.05% de tiras en su estado fresco (granulometría normalizada).	61
Tabla N°13. Peso unitario del concreto permeable con 0.10% de tiras en su estado fresco (granulometría normalizada).	61

Tabla N°14. Peso unitario del concreto permeable con 0.15% de tiras en su estado fresco (granulometría normalizada).	62
Tabla N°15. Peso unitario del concreto permeable en su estado fresco (curva natural)....	62
Tabla N°16. Resumen de los pesos unitarios del concreto permeable en su estado fresco.	63
Tabla N°17. Contenido de vacíos del concreto permeable (Huso 8), con 0% de tiras.....	64
Tabla N°18. Contenido de vacíos del concreto permeable (Huso 8), con 0.05% de tiras.	64
Tabla N°19. Contenido de vacíos del concreto permeable (Huso 8), con 0.10% de tiras.	65
Tabla N°20. Contenido de vacíos del concreto permeable (Huso 8), con 0.15% de tiras.	65
Tabla N°21. Contenido de vacíos del concreto permeable Curva natural (Huso 57).....	65
Tabla N°22. Resumen de los contenidos de vacíos del concreto permeable en su estado fresco.	66
Tabla N°23. Espacios vacíos generados por desplazamiento del volumen, Huso 8 con 0.00% de tiras.	67
Tabla N°24. Espacios vacíos generados por desplazamiento del volumen, Huso 8 con 0.05% de tiras.	68
Tabla N°25. Espacios vacíos generados por desplazamiento del volumen, Huso 8 con 0.10% de tiras.	68
Tabla N°26. Espacios vacíos generados por desplazamiento del volumen, Huso 8 con 0.15% de tiras.	69
Tabla N°27. Espacios vacíos generados por desplazamiento del volumen, Huso 8 con 0.10% de tiras.	69
Tabla N°28. Resumen general porcentaje de vacíos.....	70
Tabla N°29. Resumen de ensayo de contenido de vacíos del concreto permeable (estado fresco y endurecido)	71

Tabla N°30. Valor que difiere entre los vacíos en estado fresco y endurecido	76
Tabla N°31. Coeficiente de permeabilidad, curva natural.....	77
Tabla N°32. <i>Comparativa de diferentes cálculos de porcentaje de vacíos, curva natural</i> <i>(Cantera Huancapampa-Recuay)</i>	
Tabla N°33. Coeficiente de permeabilidad promedio (Material redondeado de la cantera Huancapampa).....	78
Tabla N°34. Comparación de los valores de porcentaje de vacíos vs el coeficiente de permeabilidad hallado para testigos elaborados con la gradación natural de la cantera Recuay (Huso N° 57).....	79
Tabla N°35. Costos de agregados finos y gruesos en ciudad de Recuay (Precios actualizados 2017).....	89
Tabla N°36. Costos directos de cada concreto permeable elaborado con agregado del Huso N°57.....	89
Tabla N°37. Costos directos de cada concreto permeable elaborado con agregado del Huso N°8.....	89
Tabla N°38. Costo directo por metro cúbico de concreto permeable con un 15% de vacíos (Huso N° 8 – Diseño con 0.05% de tiras incorporadas).....	90
Tabla N°39. Costo directo por metro cúbico de concreto permeable con un 10% de vacíos (Huso N° 8 – Diseño con 0.15% de tiras incorporadas).....	90
Tabla N°40. Costo directo por metro cúbico de concreto permeable con un 15% de vacíos (Huso N° 8 – Diseño con 0.15% de tiras incorporadas).....	91
Tabla N°41. Comparación entre el precio del concreto y la resistencia a la compresión..	91

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Concreto permeable en estado seco	11
Figura 2. Comparación del reparto de infiltración y escorrentía, tanto en un entorno natural (izquierdo) como urbano (derecho)	13
Figura 3 Técnica de lavado de presión para mantenimiento	15
Figura 4 Componentes y contenido de vacíos de mezcla.....	17
Figura 5 Propiedad de permeabilidad del concreto permeable.	19
Figura 6 Estructura del polipropileno.....	23
Figura 7. Diferencia notoria entre pavimento de concreto convencional (izquierdo) y pavimento de concreto permeable (derecho), luego de la lluvia.	26
Figura 8 Diferencias entre la importancia hidrológica y los efectos de un pavimento convencional (izquierda) y un pavimento poroso (derecha).	29
Figura 9 Material empleado de la cantera	43
Figura 10 Imagen satelital de la cantera.....	44
Figura 11 Secado de material en horno	45
Figura 12 Empleo de mallas para tamizado.	45
Figura 13 Pesado de material por malla.	46
Figura 14 Precipitación máxima (24 horas).	49
Figura 15 Adaptación de curva de contenido de vacíos vs filtración.....	49
Figura 16 Adaptación de curva de contenido de vacíos vs resistencia a la compresión	50
Figura 17 Obtención de trabajabilidad mediante el cono de Abrams	50
Figura 18 Mezcladora y cemento usados	51
Figura 19 Moldes plásticos utilizados y probetas de concreto permeable compactado.	52

Figura 20 Proceso de inmersión para curado de las probetas de concreto.	53
Figura 21 Proceso de rotura de probeta y probeta antes de ser ensayada.....	53
Figura 22 Elaboración del permeámetro de carga variable (ACI 522)	55
Figura 23 Proceso de corte de briqueta.	55
Figura 24 Permeámetro listo para ser usado.....	56
Figura 25 Medición usando el pie de rey (vernier) y medición de temperatura del agua con el termómetro.....	57
Figura 26 Secado y pesado del testigo.	58
Figura 27 Saturación del testigo de concreto permeable.....	58
Figura 28 Curva relativa al Cuadro 16 (peso unitario del concreto permeable en estado fresco).....	63
Figura 29 Curva relativa al Cuadro 22 (porcentaje de vacíos del concreto permeable en estado fresco).....	66
Figura 30 Curva relativa al Cuadro 28 (porcentaje de vacíos del concreto permeable en estado endurecido).....	70
Figura 31 Diagrama de barras donde se compara los resultados de contenido de vacíos obtenidos para una incorporación de 0.00% de tiras de polipropileno. (porcentaje de vacíos del concreto permeable).....	72
Figura 32 Diagrama de barras donde se compara los resultados de contenido de vacíos obtenidos para una incorporación de 0.05% de tiras de polipropileno. (porcentaje de vacíos del concreto permeable).....	73
Figura 33 Diagrama de barras donde se compara los resultados de contenido de vacíos obtenidos para una incorporación de 0.10% de tiras de polipropileno. (porcentaje de vacíos del concreto permeable).	74

Figura 34 Diagrama de barras donde se compara los resultados de contenido de vacíos obtenidos para una incorporación de 0.15% de tiras de polipropileno. (porcentaje de vacíos del concreto permeable).....	75
Figura 35 Diagrama de barras donde se compara los resultados de contenido de vacíos obtenidos para el agregado natural (Huso 57) (porcentaje de vacíos del concreto permeable).	75
Figura 36 Evolución de resistencia a la compresión comparada entre la Curva Natural y 0.00% de Tiras.....	81
Figura 37 Evolución de la resistencia a la compresión Comparada entre un 0.00% y 0.05% de Tiras incorporadas.....	83
Figura 38 Comparación de la evolución de la resistencia a la compresión Con 0.00% y 0.10% de Tiras incorporadas	84
Figura 39 Comparación de la evolución de la resistencia a la compresión Con 0.00% y 0.15% de Tiras incorporadas.	85
Figura 40 Evolución de la resistencia del concreto permeable por días de curado	86
Figura 41 Evolución de la resistencia a la compresión en el concreto permeable.	87
Figura 42 Aumento de $f'c$ en función de la cantidad de tiras de polipropileno adicionadas.	88

RESUMEN

Evacuar el agua de los pavimentos siempre ha sido un problema a solucionar al momento de realizar el diseño de los mismos, sobre todo en épocas y zonas de lluvias intensas, como solución a ese problema se implementó el concreto permeable, pero su limitada resistencia propia de una estructura con gran cantidad de vacíos limita su utilidad a estacionamientos, veredas y zonas de muy poco tránsito. En la presente investigación se evaluará la utilidad de la adición de fibras de polipropileno para mejorar las características del concreto permeable a fin de poder ser utilizado en una vía de bajo tránsito vehicular (Jirón la Libertad, Recuay - Ancash). A pesar de la gran utilidad de este tipo de concreto aún no es muy utilizado en el país, motivo por el cual en esta investigación se realizará una breve descripción del diseño utilizado y se concentrará en el estudio en las propiedades de resistencia a la compresión, contenido de vacíos y principalmente coeficiente de permeabilidad. Se realizaron pruebas realizadas bajo tipos de husos granulométricos, el Huso N°57 y el Huso N°8; de los cuales se obtendrá la distribución granulométrica más adecuada para este tipo de concreto. Para mejorar las propiedades del concreto se ha optado por adicionar tiras de polipropileno en dosificaciones de 0.05%, 0.10% y 0.15%, a fin de encontrar la dosificación óptima que mejore las propiedades mecánicas del concreto sin afectar el coeficiente de permeabilidad. Finalmente, se pudo demostrar que la adición del polipropileno (3mmx30mm) en un 0.05% respecto al peso de los materiales, mejora las propiedades que posee el concreto permeable diseñado para pavimentos en el Jirón La Libertad, provincia de Recuay, especialmente la resistencia a la compresión.

Palabras clave: Concreto, permeable, tiras, polipropileno, resistencia.

ABSTRACT

Evacuating the water from the pavements has always been a problem to solve when designing them, especially in times and areas of heavy rainfall. As a solution to this problem, permeable concrete was implemented, but its limited resistance typical of a structure with a large number of voids limits its usefulness to parking lots, sidewalks and areas with very little traffic. In the present investigation, the usefulness of the addition of polypropylene fibers to improve the characteristics of pervious concrete in order to be used in a low vehicle traffic path (Jiron Libertad, Recuay) will be evaluated. Despite the great usefulness of this type of concrete is not yet widely used in the country, which is why this research will make a brief description of the design used and will focus on the study in the properties of resistance to compression, Vacuum content and mainly permeability coefficient. Tests were carried out with types of granulometric spindles, Spindle No. 57 and Spindle No. 8, of which the most appropriate granulometric distribution for this type of concrete will be obtained. To improve the properties of the concrete, it has been decided to add polypropylene strips in dosages of 0.05%, 0.10% and 0.15%, in order to find the optimum dosage that improves the mechanical properties of the concrete without affecting the permeability coefficient. Finally, it was demonstrated that the addition of polypropylene (3mmx30mm) by 0.05% with respect to the weight of the materials improves the properties of pervious concrete designed for pavements in the Jiron La Libertad, Recuay province, especially the resistance to compression.

Keywords: Concrete, permeable, strips, polypropylene, resistance.

I. INTRODUCCION.

1.1. Realidad problemática.

Muchas superficies pavimentadas, están ubicadas en las zonas urbanas y la mayoría de las personas que las habitamos, tenemos poca idea de cuánto impacta aquello, a las bondades de las propiedades del agua y el medio ambiente, pues a medida que más tierras disponibles en el país se pavimentan, una mayor cantidad de agua de lluvia termina cayendo sobre superficies impermeables, en lugar de sumergirse en el suelo. Esto crea un desequilibrio en el ecosistema natural y conduce a una serie de problemas incluyendo erosión, inundaciones repentinas, agotamiento del agua subterránea, y contaminación de ríos y lagos, así como también existen problemas de “islas de calor”, generados por un aumento de temperaturas, retención de radiación solar y carencia de humedad, todo ello se incrementa cada vez más debido al cambio climático.

Muy aparte de todo ello, existe un problema de alza de costos, el cual surge de una necesidad de buscar una solución, ya sea mediante obras de drenaje (que son superficiales o subterráneos) para poder desalojar toda el agua llegada y así poder evitar los daños a las estructuras.

“[...] [También es un problema que] el que el riesgo documentado de [...] este tipo de pavimentos, puede convertir a la superficie de rodamiento en una que facilita el deslizamiento-resbalamiento de los vehículos [...]” (Arhin et al., 2014, p.36).

En síntesis, el pavimento convencional (rígido o flexible, que es de los más usados en nuestro país), tiende a generar, debido a su superficie impermeable, pérdida de tracción y por lo tanto la pérdida del control de los vehículos al generarse una superficie de agua que no puede ser evacuada por la superficie de los neumáticos.

Según menciona el manual de carreteras realizado por el Ministerio de Transportes (2014, p.78).

“[...] La presencia de agua en la superficie del pavimento [*impermeable*] [...] causa cambios en sus propiedades técnicas [...], ya que el agua pluvial, que corre por las superficies del pavimento recoge todos los derrames de aceite y grasa de los distintos tipos de vehículos que transitan a diario, así como también fertilizantes químicos.

Nuestro país presenta cada año muchas inundaciones durante la época lluviosa, especialmente en la zona urbana o rural, y toda esa agua de lluvia y su posterior evacuación generan escurrimientos superficiales, todo ello tiene un efecto negativo hacia la circulación vehicular, peatonal y al desarrollo urbano.

En las zonas alto andinas de Ancash últimamente se observan dificultades, tanto al momento de evacuar las aguas pluviales, como en tratar el escurrimiento de arrastre de varios contaminantes y materiales sólidos aguas abajo, todo ello se debe a varios factores, entre los cuales encontramos como encabezado el aumento de población que existe, seguido del reiterado e indiscriminado uso de pavimentos impermeables o también llamados convencionales, todo ello produce que el caudal así como el volumen de escurrimiento superficial se incrementa, y por todo ello, surge el aumento de las posibilidades de que haya inundaciones en sectores bajos de la zona.

“[...] [*Este sobre aumento*] puede causar problemas adicionales; por ejemplo, procesos de consolidación regional que producen hundimientos generalizados [...], o agrietamientos de estratos superficiales [...]”. (Hiriart y Marsal, 1969, p.10).

Los problemas mencionados no ayudan en mucha medida a la capacidad existente en los terrenos, la cual es de recarga natural; así como las condiciones que éste tiene sobre escurrimiento del agua de la lluvia (también llamado agua pluvial), esta situación debe mejorar y con ese fin, la propuesta es clara, implementar métodos de drenaje que sean sostenibles, como es el caso del empleo de concreto permeable para el pavimento del Jirón La Libertad lo cual significa una buena alternativa si buscamos controlar el agua pluvial, infiltrándola mediante el concreto permeable usado como pavimento, pues al momento de la lluvia, el agua pasará, mediante el pavimento por entre la tierra y de ese modo podrá fácilmente penetrar el suelo.

La problemática mencionada, para Suriya y Mudgal, se resume en un porcentaje, ellos resumen que:

“[...] [E]l 90% de las precipitaciones pueden transformarse en escurrimiento superficial en zonas urbanas impermeables, mientras que en entornos naturales permeables este valor desciende hasta 25%[...]”. (párr.17).

Debido a aquella convicción, se justifica un planteamiento: Al construir pavimentos impermeables o tradicionales en el Jirón La Libertad, se está contribuyendo a hacer más grave el problema que existe en la actualidad, de disponibilidad de recurso hídrico y ello lleva a buscar una solución alterna, la cual es dejar de instalar las superficies impermeables que bloquean la infiltración de agua natural en el suelo. Pero ese pensamiento es complicado, pues pocos están dispuestos a abandonar nuestras carreteras pavimentadas (como lo hacen muchas comunidades, municipios y empresas), y cambiarlas por unas de concreto poroso, el cual es un material que ofrece la durabilidad inherente y los bajos costos del ciclo de vida a comparación de un pavimento de concreto típico.

1.2. Trabajos previos.

1.2.1. Antecedentes nacionales.

Según la investigación de Azañedo, et al. en su tesis titulada “*Diseño de mezcla de concreto poroso con agregados de la cantera La Victoria, cemento portland tipo I con adición de tiras de plástico, y su aplicación en pavimentos rígidos, en la ciudad de Cajamarca*” mencionan que:

[...] Las variables que afectan el comportamiento del concreto poroso son: granulometría, dosis de cemento, razón agua/cemento y contenido de vacíos. [...] La granulometría utilizada [debe] tener un tamaño de agregado bastante uniforme para obtener un porcentaje elevado de vacíos (mayor a 15% y menor a 35%) y un tamaño máximo de árido normado, para permitir una adecuada terminación superficial [...]. Una mayor dosis de cemento generará un concreto más resistente, [...] Una cantidad insuficiente de agua resultará una mezcla sin consistencia y con una baja resistencia. Y una cantidad excesiva de agua, generará una pasta que sellará los vacíos de la mezcla y [...] lavará el cemento [...] la razón agua/cemento [...] se suele utilizar como criterio para determinar [el valor para] encontrar la cantidad de agua con la cual la pasta adquiere un brillo metálico [...]. (2010, p.20).

Los autores presentan un diseño de mezcla de concreto permeable con la respectiva adición de tiras de plástico, e investigan la mezcla idónea con ensayos de especímenes de prueba en laboratorios, ponen bastante énfasis a la dosis empleada de agua, pues esta tiene importancia en cuanto a las propiedades de la mezcla y si es

adecuada no habrá una baja resistencia hacia el desgaste superficial, concuerdo en que también es importante entender la importancia de la dotación de cemento, pues demasiado de ello disminuye el porcentaje existente de vacíos, luego, los autores generan la pérdida de la capacidad de infiltración, y analizan si hay demasiado, la permeabilidad aumentará y la resistencia disminuirá, finalmente llegan a la conclusión que de todos los porcentajes empleados, los porcentajes idóneos de adición de tiras plásticas son de 0.05%, 0.10% y 0.15%.

En la revista virtual UNICON-Perú (Lima) se indica lo siguiente, respecto a las propiedades y beneficios del concreto permeable.

[...] El concreto permeable 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. [...] Este producto forma parte de los concretos ecológicos debido a su bajo impacto en el medio ambiente, ya que posibilita la recarga de los acuíferos al permitir que el agua de lluvia llegue al suelo en zonas pavimentadas. Asimismo, evita empozamientos de agua en pavimentos [...] a flujos de agua constantes sea por lluvias o regadío [*Una obra realizada con este tipo de concreto es el*] revestimiento de las tuberías de la planta de tratamiento de agua en Huachipa [...]. (2017, p.1).

La conocida revista menciona las especificaciones generales del concreto, así como las definiciones más importantes del mismo. El portal CALAMEO refiere a la obra mencionada por la revista y al tipo de concreto usado en esta y menciona que:

“[...] Se usó concreto poroso [...] en la bocatoma [de la obra], para evitar filtraciones por debajo de la losa de aproximación y [también para] poderlas canalizar de la mejor forma [...], gran parte de este concreto es de contracción controlada con aditivos, porque son estructuras muy grandes y así evitaremos las posibles fisuras [...]”. (2017 p.2).

La revista explica el diseño de la obra, empezando por una necesidad de durabilidad y minimización de los riesgos de fisuración. y culminando en la explicación de las especificaciones tomadas en cuenta.

Como podemos ver, este tipo de concreto tiene poca aplicación en Perú, por ende, muy pocos investigadores, más aún en el tema de pavimentos, pero las pocas funciones para las que han sido usadas, así como las especificaciones tomadas en cuenta, pueden ser usada para el diseño de mezcla del concreto permeable y posterior utilización en los pavimentos, pues el adecuado manejo que tiene para el agua de lluvia, es reconocido por varias entidades como una alternativa de innovación usada principalmente como un pavimento en las aplicaciones de vialidades que tienen bajo tráfico.

1.2.2. Antecedentes internacionales.

Neves Montero, A. en su tesis “*Concreto poroso, dosaje y desempeño*” para obtener el grado de Ingeniera Civil, en la Universidad Federal de Goiás menciona lo siguiente:

[...] El concreto denso convencional fue utilizado para la pavimentación desde 1856 cuando fue instalado experimentalmente en Escocia. La utilización del concreto poroso para la pavimentación tuvo inicio en 1970 en los Estados Unidos [...], ya para pavimentos tuvo lugar en los Estados Unidos y en Japón, luego de la segunda guerra mundial [*sic*], con el fin de lograr la fluidez de tránsito en diferentes condiciones meteorológicas. Su uso viene creciendo significativamente debido a los beneficios ambientales que posee [...]. En la actualidad su correcto dosaje y desempeño es importante [y] bastante útil, pues puede ser tomada como una alternativa sustentable. (2010, p.11).

Como consecuencia de la Segunda Guerra mundial, para bastantes países involucrados en ella, surgió la necesidad de reconstrucción de muchas de sus carreteras destruidas y aparte de ello contaban con un no tan alto presupuesto, y para este tipo de concreto, al ser usado en los pavimentos, se encontró que podría ser muy útil, gracias al empleo de un concreto con el mínimo de finos (pero similares aspectos técnicos), gracias al cual se podía en gran medida, reciclar los escombros post-guerra. La tesis hace hincapié en lo relacionado al surgimiento del concreto poroso, y relaciona aquello con la necesidad actual que tenemos y la importancia de usar este tipo de concreto para pavimentos, explica punto a punto los pro y contras de su

empleo y llega a la conclusión que el concreto permeable es una solución sustentable a los problemas de escorrentía generados por el agua de lluvia.

Yang, Shen y Zhou en su artículo de investigación “*La gradación agregada para el material poroso: material de base para carreteras de hormigón permeable*” de la revista de la Universidad Tecnológica de Wuhan-Mater en China, mencionan lo siguiente:

[...] Hay daños universales por agua en el mantenimiento de los pavimentos analizados durante un año [...] El agua que entra en la estructura del pavimento no podía drenar hacia fuera, esa es la razón principal que causa el daño de la estructura de un pavimento. [...] Se estudiaron tres tipos de cursos de base de aplicado por ahora, que son la gradación abierta sin límites material granular, aglutinante con gradación abierta material granular y cemento poroso. El hormigón poroso tiene muchas virtudes tales como fuerza, bajo costo, baja contracción, satisfacción de anti-propiedad de limpieza y etc. [...], su calidad depende de la gradación del agregado y la forma y textura de las partículas, lo cual no significa que no deba tener finos [...] también [depende de su] permeabilidad [...]. (2008, pp.20-26).

Los autores comienzan explicando sobre el hormigón permeable y su significancia, posteriormente explican el estudio que se realizó sobre el comportamiento del hormigón permeable con varias proporciones de mezcla, realizando varias pruebas, como por ejemplo sustituyendo el cemento por la sílice y otras variando el tamaño de los agregados, pero manteniendo constante la relación agua cemento (0.34), a los 7, 14 y 28 días, todo ello para llegar a la conclusión de que el tamaño de agregados de 4.75mm a 10mm son las que poseen la mayor resistencia.

Concuerdo con los investigadores que, aunque este tipo de concreto sea conocido como “sin finos”, siempre es necesario que exista la presencia de ciertos tipos de agregado fino, pues aquella va a aumentar en cierta forma la resistencia existente entre la pasta y el agregado, pues estos finos ayudan con la disminución de vacíos y no permiten que los poros establezcan comunicación.

Trujillo y Quiroz, en su tesis “*Pavimentos porosos utilizados como sistemas alternativos al drenaje urbano*” para la Universidad Javeriana de Colombia, mencionan lo siguiente:

[...] La adición de tiras de plástico [de 3mm x 30mm] para en el pavimento poroso de concreto hace que sea posible llegar a la resistencia requerida en las vías de tráfico medio y alto, abriendo la posibilidad de utilizar concreto poroso en las carreteras urbanas de Bogotá [...] Por otro lado, se mostró que la adición del polímero [...] mejora significativamente la trabajabilidad, y resistencia a la congelación-descongelación del concreto permeable mientras que mantiene su alta porosidad y permeabilidad [...] (2013, p.30).

La tesis realiza una investigación acerca de pavimento permeable manejado como un sistema alternativo al drenaje urbano, particularmente sobre los métodos de mantenimiento y diseño, en los cuales se llegó a la conclusión de que las tiras plásticas de 3mmx30mm ayuda en las propiedades del concreto.

Como un adicional a la anterior investigación, El PhD. Freddy Reyes, en su artículo de investigación “*Efecto de las fibras plásticas en la flexión de estructuras de pavimentos drenantes*”, explicando su tesis de grado “*Pavimentos Drenantes en Concreto con Adiciones de Tiras Plásticas*” de la Universidad Javeriana de Colombia, para la Revista Ingeniería de la Investigación en Colombia, menciona lo siguiente:

[...] Debido a que el concreto poroso tiene ausencia de finos, la resistencia a la flexión y compresión tienden a ser menores que las de un concreto convencional, por lo tanto, se utilizan adiciones de tiras de plástico de desechos de bolsa de leche para buscar aumentar la resistencia de este tipo de pavimento drenante [...], [Todo ello para concluir que] mediante la adición de tiras de plástico se logró aumentar la resistencia en todos los modos de carga (compresión [sic], flexión y tracción indirecta) y disminuir la fragilidad de la matriz débil y quebradiza del concreto poroso, facilitando de igual manera la reutilización de un material no biodegradable. (Reyes, 2002, p.110).

El autor menciona las propiedades de cada compuesto que utilizó en su tesis para poder realizar distintos ensayos y poder saber el porcentaje necesario de tiras plásticas para tener una buena mezcla, todo ello para llegar a la conclusión que la adición de desechos plásticos en tiras con porcentaje 0.10% respecto al peso, ayuda a las características del concreto (Esfuerzos de compresión y flexión).

Este tipo de investigaciones son, sin duda alguna, buenos aportes, pues el plástico usado en la investigación es de densidad baja, el polímero tiene una gran resistencia a las pruebas de tensión, su punto menos fuerte está en la prueba de resistencia a la compresión, entonces para compensarlo se usará un porcentaje adecuado que respondan correctamente en los ensayos, ya que el concreto permeable cuenta con debilidades también, al unirse las tiras con el concreto, hace que se vuelva más resistente en muchas direcciones, pues son como tejidos de refuerzo que le terminan ayudando al compuesto.

1.3. Teorías relacionadas con el tema.

1.3.1. Concreto permeable.

El concreto poroso o también llamado permeable es al que se le conoce por la ausencia de finos (aunque esto no está normado, en otras palabras, se puede, mediante ensayos, usar cierta dosificación de finos) y por su estructura permeable y resistente. Éste se utiliza principalmente para la pavimentación, con el propósito de reducir el escurrimiento de las aguas pluviales. En la *Figura 1* se muestra una demostración para verificar el escurrimiento de agua a través del concreto permeable.

El concreto permeable ofrece una alternativa interesante y económica a los materiales de pavimentación tradicionales [...], estos pavimentos dejan pasar el agua. [Es mayormente usado por] Los arquitectos que apuntan a proyectos verdes [y] los contratistas de pavimentación que buscan nuevos mercados [...] Aunque este concreto como material de construcción tiene más de 90 años, es ahora donde han surgido iniciativas interesantes, sobre todo por parte de los productores, para poder elaborar algunos de tipo ecológico. Con eso se pretende asegurar la sostenibilidad ambiental, ya sea en su modo de fabricación o empleo [...]. (Garber, 2011, p.1).

Al respecto, Lane (2010) agrega que: “Una solución permeable ofrece beneficios significativos sobre las soluciones tradicionales. La combinación de la superficie de tráfico y el sistema de drenaje en un solo elemento crea beneficios en los procesos [...] [y] costos de construcción [...]”. (p. 3.).

Ambos autores concuerdan que el concreto permeable es una solución de pavimentación de hormigón con sus características de permeabilidad mejoradas en comparación con los hormigones permeables convencionales, ya que, al dejar pasar el agua, evita la escorrentía generada y también la contaminación existente y permite que el agua de precipitación y otras fuentes pasen directamente, de un sitio y permitir la recarga de agua subterránea.



Figura 1. Concreto permeable en estado seco. Fuente: Youtube

1.3.1.1. Aplicaciones.

Este tipo de concreto tiene como uso principal pavimentar ciertas superficies que tienen uso peatonal y vehicular, así como aquellas donde se necesite contar con áreas permeables, lo cual permite la infiltración libre del agua de lluvia al subsuelo, y debido a ello se obtiene la posible eliminación de la escorrentía superficial que proviene de las aguas de lluvia.

El portal Hidrocreto (2010) menciona las aplicaciones más importantes del concreto permeable:

[Tiene aplicaciones para] capa de rodadura de tramos de carreteras, capa de Base o sub-base para pavimentos, parqueaderos, pavimentos de plazoletas y parques, andenes, filtros y/o sistemas de drenaje, edificaciones, muros de contención, protección de taludes y gaviones, bases en zanjas de ductos para tuberías [...], el diseño dependerá de los contratistas que los ofrecen [...] (pág.2)

El concreto permeable, puede ser ofrecido por diferentes contratistas, pero para que la calidad de éste sea asegurada, aquel contratista debe tener familiaridad y experiencia. Ello implica que, al ser usado como material en el sistema de pavimentos, deberá tener el mantenimiento necesario, pues al no tenerlo, podrá afectar la permeabilidad del mismo.

Debemos saber también, que usar las dosificaciones necesarias, ayudarán a tener un concreto permeable con una mejor capacidad y resistencia.

1.3.1.2. Ventajas y desventajas.

1.3.1.2.1. Ventajas:

El portal Perviouscrete.inc menciona las siguientes ventajas:

[...]Elimina el agua de tormenta no tratada y crea escorrentía cero, [posee] recarga directa de agua subterránea [...], protege los arroyos, las cuencas hidrográficas y los ecosistemas [...], reduce las temperaturas superficiales y los efectos de la isla de calor, proporciona un mayor índice de reflectividad de la superficie del albedo [...], las superficies asfálticas oleosas de las carreteras las reemplazan con una superficie de hormigón gruesa y rígida con una esperanza de vida de más de 30 años, [...] elimina [los costos de las] bóvedas de detención de aguas pluviales, sistemas de tuberías, [y de] las instalaciones de aceras y canalones. (2017, párr 1.).

Como podemos observar, el portal explica sobre la elevada permeabilidad que posee el concreto, y que ésta da una ayuda al escurrimiento superficial generado por la lluvia, al evitar los encharcamientos. Aparte, ayuda a filtrar contaminantes químicos dejados por los vehículos, y esto impide la contaminación de áreas aledañas. En la Figura 2, se representa lo indicado

Un concepto que está muy relacionado con el índice de reflectancia solar (SRI) es la consecuencia del fenómeno de la isla de calor, lo cual es consecuencia del reparto de escorrentía por la urbanización, y esta a su vez se relaciona con la edificación de estructuras que retienen calor, en este caso el concreto permeable y su estructura porosa, permitirá la menor retención posible de calor, pues permitirá que el aire circule.

Gracias a la estructura porosa con la que cuenta el concreto permeable, podemos reducir el “hidroplaneo”, el cual es la pérdida de control y tracción por manejar en superficies cubiertas de agua a cierta velocidad, a pesar de que esté lloviendo y al minimizar la necesidad de los pozos de retención de almacenamiento, el pavimento terminará actuando como espacio de retención y de esa manera se reducen los costos de mantenimiento, instalación y construcción.

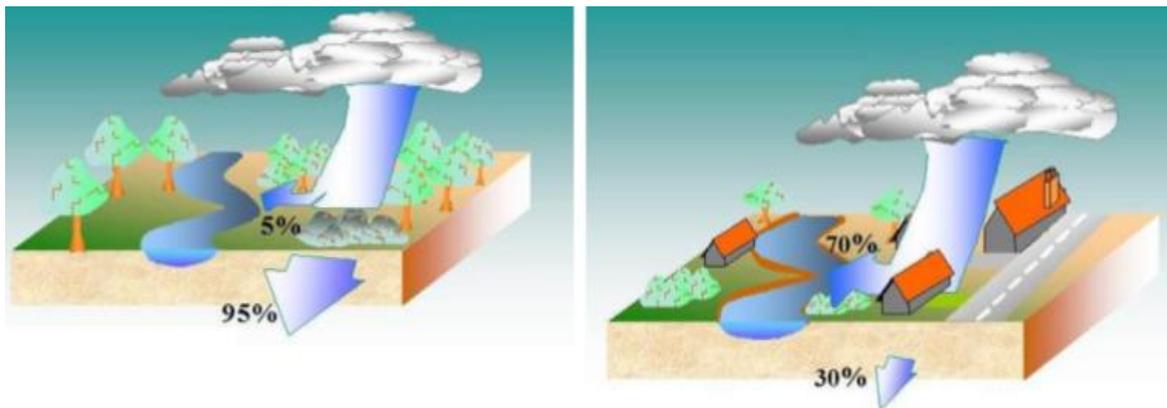


Figura 2. Comparación del reparto de infiltración y escorrentía, tanto en un entorno natural (izquierdo) como urbano (derecho). Fuente: Trujillo y Quiroz

1.3.1.2.2. Desventajas:

Kosmatka et al. En su libro titulado “*Diseño y Control de Mezclas de Hormigón*”, mencionan que:

[...]Se necesita más investigación para evaluar la eficacia de la conocida tecnologías en la protección de concreto permeable en climas fríos. A partir de 2002, son pocos los pavimentos de concreto permeable que se han instalados en las zonas más frías que las de Carolina del Norte [...]. Cuando el agua se congela, se expande en aproximadamente un 9% de su volumen original. Crecimiento de cristales de hielo el desplazamiento de agua. En bajos contenidos de agua, sin presión hidráulica se desarrolla. Si los micro poros en el cemento aglutinante están saturados o casi saturado al congelar empieza la presión hidráulica se acumula como avanza el punto de congelación [...] (2002, p.36).

Tenemos que tener en cuenta lo que mencionan los autores, que uno de los criterios importantes sería la falta de investigación respecto a este tipo de concreto, pues aún no ha quedado muy en claro si está comprobado que la durabilidad de nuestro tipo de concreto se reduzca gracias al deshielo de las zonas alto andinas del norte, y tampoco es tan seguro que se hayan realizado las pruebas de inmersión, ya que no existe una norma específica en este tipo de casos, pero como se mencionaron previamente en los antecedentes, en Cajamarca se han realizado pruebas que demuestran la viabilidad del concreto permeable en pavimento rígido.

El manual ACI 522R-06, informa con respecto a una de las desventajas del concreto permeable, explica que:

“[...] en las regiones frías, incorporación de aireadores se añade rutinariamente al concreto para protegerla de daños por los deshielos” (2006, párr.4).

El comité de la ACI en su libro titulado “*Pervious concrete*” (2006) menciona otra de las desventajas:

[...] 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 [...] (pág. 25)

En algunos antecedentes se pudieron revisar tipos de esquemas realizados, y de todos ellos el mejor es una combinación de ambas técnicas que menciona el comité del ACI, así como el denominado “lavado de presión”, que se muestra en la Figura 3, de acuerdo a la calidad del diseño de mezcla, se verá la frecuencia de lavado que necesite.

En otro aspecto, también se debe pensar en las superficies lodosas, pues el compuesto que tienen puede afectar la estructura interna de nuestro pavimento de concreto permeable, especialmente en épocas de lluvia, todo ello sumado a la necesidad

de realizar un correcto diseño de mezcla con un tiempo de vida que al menos pase el estimado.



Figura 3. Técnica de lavado de presión para mantenimiento. Fuente: ecocrete.com

1.3.1.3. Propiedades del concreto permeable.

Desde el pasado, se vinieron realizando diversas investigaciones sobre el concreto permeable, pero las técnicas de proporcionamiento de las propiedades convencionales y sus métodos de prueba, no se pueden aplicar en nuestro concreto permeable, es por eso que tanto la ASTM como la ACI están actualizando los apartados y últimamente están publicando sus estudios, por ejemplo la ASTM (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales), realizó la publicación de nuevas técnicas de prueba que permitan hallar la velocidad de infiltración y el peso unitario, por su parte la Asociación de Concreto Internacional (ACI), publicó una guía especial para aprender a proporcionar el concreto permeable, las publicaciones tienen el fin de intensificarse en todo el mundo para que pueda el concreto poroso, ser un material comúnmente usado.

1.3.1.3.1. Propiedades en estado fresco:

1.3.1.3.1.1. Peso unitario:

Según indica Javier Villar:

Para el diseño de estructuras de concreto, comúnmente se supone que la combinación del concreto convencional y de las barras de refuerzo pesa 2000 kg/m³, y para ello el peso unitario o volumétrico tiene una variación entre 70% y 85% de los pavimentos impermeables, el cual, dependiendo del porcentaje de vacíos con el que cuenta el concreto variará de 1600kg/m³ a 2000kg/m³ (2015, pág.2).

El peso unitario se determina de acuerdo a lo especificado en la ASTM C1688, y para realizar su cálculo correcto, este se hace en el concreto fresco (pues es uno de los principales requisitos en los laboratorios de ensayos de este tipo) y con el dato podremos saber qué rendimiento posee, así como el contenido de aire y cemento que tenga, todo ello para saber los coeficientes mediante las curvas y poder analizar bien los datos y la viabilidad de este diseño de mezcla.

1.3.1.3.1.2. Slump o revenimiento:

En el video DVD, en el que se pueden observar las distintas pruebas realizadas al concreto poroso, Winston menciona que:

“[...] El asentamiento, para este tipo de concreto la mayoría de veces es cero, pero también se han usado para pavimentos porosos un rango de 20mm a 49mm, [...] al momento de realizar la prueba se debe tener en cuenta que esta prueba no se debe considerar como un control de calidad, sino como una referencia [...]”

Concuerdo con lo mencionado en el video, pues nuestra mezcla de concreto permeable será siempre más rígida que las mezclas de concreto convencional o impermeable (para las cuales el slump si se toma para fines de control de calidad), aparte que no es muy aplicada la medición del asentamiento para la mezcla porosa.

1.3.1.3.1.3. Contenido de vacíos o porosidad.

Sánchez de Guzmán menciona que:

[...] [Para concretos permeables]. La porosidad en un material se identifica como la relación que existe entre el porcentaje de vacíos y el volumen unitario del material al cual se le hace el estudio de porosidad, este [sic] es muy importante en el comportamiento de los agregados dentro del concreto. [...] Una partícula porosa es mucho menos dura que una partícula compacta o maciza, lo cual afecta no solo las propiedades mecánicas como la adherencia y la resistencia a la compresión y flexión sino también propiedades de durabilidad como la resistencia al congelamiento y deshielo, estabilidad química y resistencia a la abrasión [...]. (2001, p.105)

La porosidad del concreto es una propiedad muy importante, pues al ser usado en un sistema de pavimento permeable, va a recubrir un suelo bien drenado, pero para tener un buen diseño de mezcla se debe tener una buena dosificación.

La revista “construcción y tecnología” aporta que “La condición para que un concreto sea permeable es que el contenido de vacíos sea mayor al 15%”. (González, 2011, p.13)

Entonces, con la información proporcionada se puede entender la porosidad como una medición de los espacios vacíos existentes entre los agregados, tal como se muestra en la Figura 4.



Figura 4. Componentes y contenido de vacíos de mezcla. Fuente: Elaboración propia.

1.3.1.3.2. Propiedades en estado endurecido

1.3.1.3.2.1. Resistencia a la compresión

Según agregan Chopra, Wanielista y Mulligan:

[...]El hormigón permeable proporciona de hecho una resistencia a la compresión menor que la del hormigón convencional; las resistencias a la compresión en mezclas aceptables sólo alcanzaron alrededor de 1700 psi. El análisis de las cargas de tráfico refuerza el hecho de que el hormigón permeable depende del número de cargas de vehículos pesados a lo largo del tiempo, aunque el hormigón permeable resistirá cargas pesadas si está diseñado correctamente. En todos los casos, se alcanzaron altas tasas de permeabilidad independientemente de la resistencia a la compresión [...]. (2017, p.14).

Es cierto que la resistencia del concreto permeable es menor a la del concreto convencional, ya que, al tener varios espacios vacíos, aquellos hacen que la resistencia disminuya, por ello, aquella resistencia que poseerá nuestro hormigón permeable, va a depender en gran medida de la superficie de apoyo que se encuentran debajo del suelo y de la proporción adecuada de sus componentes (cemento, agua y el agregado de cantera), obviamente muy aparte de las cargas e índice de tráfico, del tipo de terreno y de la permeabilidad.

1.3.1.3.2.2. Resistencia a la flexión:

Como menciona el portal NRMCA:

[...] Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada [...]. [En su ensayo] los diseñadores de pavimentos utilizan una teoría basada en la resistencia a la flexión. Por lo tanto, puede ser requerido el diseño de la mezcla en el laboratorio, basado en los ensayos de resistencia a la flexión, o puede ser seleccionado un contenido de material cementante, basado en una experiencia pasada para obtener el Módulo de Rotura de diseño. Se utiliza también el Módulo de Rotura para el control de campo y de aceptación de los pavimentos. Las Agencias y empresas que no utilizan la resistencia a la flexión para el control de campo, generalmente hallaron conveniente y confiable el uso de la resistencia a compresión para juzgar la calidad del concreto entregado [...]. (párr.14)

La propiedad de resistencia a la flexión se puede definir, para el concreto permeable, como la medida de la propiedad de la resistencia a la tracción, pues el esfuerzo máximo existente justo antes que se rompa la probeta de ensayo, demuestra una resistencia de fluencia.

1.3.1.3.2.2. Permeabilidad:

Con respecto a esta característica del concreto, se menciona que:

La permeabilidad es la capacidad que tiene material para que lo atraviesen fluidos [...], sin perder la figura de su estructura interna. El hecho de que algún material sea permeable indica que su [sic] estructura es porosa o contiene un porcentaje de vacíos que están interconectados y que le permite la absorción de otros elementos (Subramanian, 2009, párr. 4.).

La permeabilidad, así como la porosidad, necesita de las propiedades de materiales y proporción que tengamos de la mezcla y la muestra, así como de la forma de compactar y colocar al momento de la ejecución, ya que, si exageramos en compactación, aquella densificación de masa, sellará nuestros poros de mezcla que deben servir para la filtración del agua provocando una reducción de la permeabilidad existente.



Figura 5. Propiedad de permeabilidad del concreto permeable. Fuente: Lucke et al (2013)

1.3.1.3.2.3. Absorción acústica:

Rojas menciona una importante definición sobre la absorción acústica:

[Es una propiedad que presentan] ciertos materiales y cuya función principal es absorber energía acústica al disminuir la reflexión de las ondas incidentes [...], la capacidad de aislamiento acústico de un determinado elemento constructivo, fabricado con uno o más materiales, es su capacidad de atenuar el sonido que lo atraviesa. La atenuación o pérdida de transmisión sonora de un determinado material se define como la diferencia entre la potencia acústica incidente y el nivel de potencia acústica que atraviesa el material, así, los materiales más eficientes para aislar sonido, son aquellos que tiene una gran cantidad de poros. (2015, p.43).

Esta propiedad en el concreto poroso, es de gran ayuda, pues la cantidad de poros conexos entre sí gracias a los agregados empleados, es inversamente proporcional al aislamiento del sonido, ya que se puede reducir el bombeo de aire producido en la superficie de rodamiento gracias a las mismas llantas del vehículo (ocurridas por fricción interna al interactuar las paredes de poros con las moléculas de aire del concreto).

1.3.1.3.2.4. Resistencia al deshielo y congelación:

Una importante cualidad de este tipo de concreto, es la capacidad que tiene para poder resistir a la intemperie y a la etapa de hielo-deshielo (la cual es muy común en la zona del proyecto) sin que cambie de forma alguna sus propiedades mecánicas (a no ser que existan ácidos o sulfatos, los cuales son el punto débil del concreto permeable), dependiendo del nivel existente de saturación que posea la estructura interna del concreto y sus vacíos.

[...] La exposición del concreto húmedo a ciclos de congelamiento y deshielo [...] es una prueba severa para el material [...]. Es bien sabido que el agua es el único elemento de la naturaleza que al llegar al punto de congelación aumenta su volumen [...], con ello inducirá a esfuerzos internos de tensión a la masa de concreto que lo pueden conducir a la falla (Sánchez de guzmán, 2001, p.151)

Para evitar lo mencionado por el autor, el diseño de mezcla debe ser bueno, para que el concreto tenga buen tiempo de vida y poder resistir los climas más difíciles de la zona, aun cuando el concreto se encuentre húmedo. En la ciudad de Recuay, las lluvias en la época de invierno son abundantes y por las mañanas, muchas veces se produce congelación, hasta ahora se sigue investigando sobre este tema, pues el deterioro del pavimento con mezcla de concreto permeable, se debe al momento de la expansión del agua dentro de la estructura del concreto en el proceso de descongelación.

Aunque en nuestro país no haya estudios sobre esto, y en las zonas alto-andinas, solo se haya usado en pocos proyectos; en otros países, éste tipo de concreto ha estado en funcionamiento un mínimo de 10 años, por ello, muchos expertos recomiendan un drenado rápido, para tratar de impedir cualquier tipo de saturación, lo cual ocurre en este tipo de pavimentos, gracias a la estructura con la que cuentan.

1.3.1.4. Componentes del concreto permeable.

1.3.1.4.1. Cemento Portland:

El cemento que se tiene que usar en el diseño de mezcla para este tipo de concreto es, primeramente, uno que cumpla con las especificaciones técnicas de la ASTM (muchas veces es el cemento portland hidráulico por sus propiedades que le hacen tener la propiedad de ligante), debemos entender al cemento como un material que ayudará a ligar a los agregados, luego de reaccionar gracias al agua que se le va a dosificar mediante una relación, a la cual comúnmente llamamos “relación agua-cemento”.

1.3.1.4.2. Agregados:

Generalmente, algunas compañías que proporcionan este material usan agregados triturados (son más fáciles de poner, pero se necesita más cemento) y otras usan el agregado redondeado grueso (por la cuestión de resistencia).

En cuanto a las propiedades físicas esenciales para poder realizar nuestro diseño de mezcla, existen ensayos que están normados por la ASTM C33, se ha elaborado un cuadro que especifica varias normas y las resume:

Tabla N°1. Resumen norma ASTM, NTP y AASHTO

ENSAYO	ASTM	NTP	AASHTO
Análisis de granulometría del agregado.	C136	400.012	T27
Peso unitario.	C29	400.017	T19
Gravedad específica y absorción.	C127	400.021	T81

Fuente: Elaboración propia.

Luego, en el proceso del análisis de granulometría mediante las mallas de diferentes aberturas, se logra diferenciar y separar el tipo de agregado y se procede a denominar los husos granulométricos de clasificación, verificando que estos cumplan correctamente con la normatividad requerida, de esta manera tendremos un diseño de mezcla óptimo que tendrá buen tiempo de vida útil, que es lo que tratamos de buscar al añadir el polipropileno en tiras al diseño de mezcla de concreto permeable (El cual, será previamente diseñado según la normatividad respectiva).

1.3.1.4.3. Agua:

Según Rivera y Gerardo (2010, p.171) “Se puede asumir [como densidad] 1,00kg/dm³, [...] se supone una cantidad según el asentamiento [...] y de acuerdo al tamaño máximo nominal del agregado, y en el caso de usarse aditivo consultar las especificaciones del fabricante”.

El agua que se usa para el diseño de mezcla del concreto permeable tiene la misma dosificación que la de un concreto convencional. En cuanto a los aditivos, de la misma manera que en un concreto impermeable, aquellos solo se usarán para poder lograr un tipo de propiedad especial del concreto, como son el caso de los acelerantes (clima frío), retardantes (mejora de manejo), etc.

1.3.2. Polipropileno.

1.3.2.1. Definición.

El polipropileno, generalmente conocido por las siglas “PP”, es un material que recientemente ha sido empleado en la construcción, pues al principio, por el motivo de no haber ensayos de dosificación, presentaba deficiencias, las cuales eran la sensibilidad que tenía hacia el frío o la luz.

El polipropileno (C₃H₆)_n, es uno de esos polímeros versátiles que andan a nuestro alrededor. Cumple una doble tarea, como plástico y como fibra. [...] El polipropileno se obtiene a partir del propileno extraído [*sic*] del gas petróleo. [...] La polimerización del propileno no tuvo éxito en la práctica hasta que se utilizaron catalizadores estereoespecíficos, que orientaban los grupos -CH₃ de forma sistemática (s.n., 2014, p.21)

1.3.2.2. Estructura.

El químico de Reino Unido, Hindle (s.f., párr.16) menciona que:

[El polipropileno es un] polímero de hidrocarburo lineal, [que tiene] poca o ninguna insaturación. Similar al polietileno en muchas propiedades, especialmente en soluciones [...]. Sin embargo, la presencia del grupo metilo unido a cada átomo de carbono de cadena principal alternativo puede alterar las propiedades de varias maneras: [...] puede provocar un ligero endurecimiento de la cadena - aumentando el punto de fusión cristalino (T_m); [...] [También] puede interferir con la simetría molecular - deprimación de la cristalinidad y, por tanto, T_m.

El polipropileno tiene una estructura intrincada de cadenas largas (Figura 6), las cuales tienen buena resistencia a la deformación, pero disminuirá dependiendo del tiempo transcurrido desde realizado el ensayo. Por ello al momento de realizarse el ensayo del módulo de elasticidad, se condiciona que haya poca deformación.

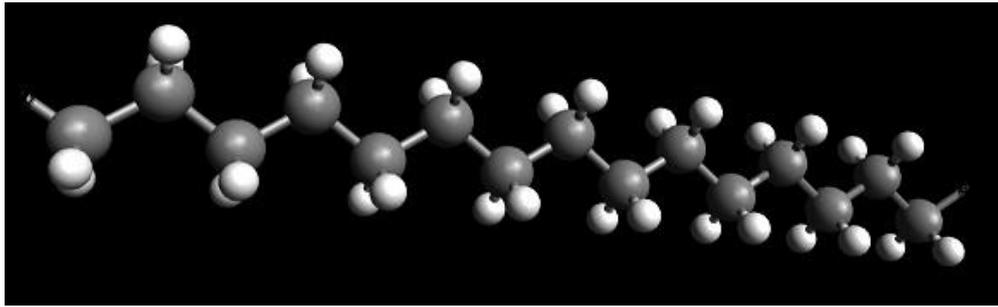


Figura 6. Estructura del polipropileno. Fuente: tecnologiadelosplasticos.blogspot.com

1.3.2.3. Propiedades.

Boin, Ciancio y López (2002, p.4-26) en su trabajo de investigación sobre materiales no convencionales, clasifican las propiedades del polipropileno en:

- [1.] Propiedades Mecánicas: Limitaciones de los datos obtenidos en los ensayos, comportamiento a la tracción, rigidez, resistencia al impacto [...].
- [2.] Propiedades Químicas: Resistencia a la oxidación, exposición al aire libre, resistencia química, efecto del ataque químico, factores que alteran la resistencia química.

Esta clasificación explica punto por punto sobre las propiedades más importantes del polipropileno. Por ejemplo, en las propiedades mecánicas, se parte de que es sabido que la inclinación que tienen los termoplásticos de variar sus propiedades mecánicas a medida que pase el tiempo, el comportamiento hacia la tracción dependerá de la velocidad usada en la aplicación de la prueba, la rigidez del polipropileno puede compararse a la del polietileno a temperatura ambiente, pero al agregar la temperatura se nota que solo el polietileno conserva la rigidez necesaria para seguir empleándose y por último y aplicando el “Ensayo de Charpy” se sabe que el polietileno solo lleva una semana variando en sus resultados de resistencia al impacto, luego es constante pero dependiendo de la temperatura que este conlleva, por ejemplo, en la presente tesis se analizarán las fibras a una baja temperatura, ya que la zona así lo amerita.

En cuanto a las propiedades químicas la revista virtual QuimiNet (2016, párr 19.) menciona que:

Tiene naturaleza apolar, y por esto posee gran resistencia a agentes químicos, [...] presenta poca absorción de agua, por lo tanto no presenta mucha humedad, [...] tiene gran resistencia a soluciones de detergentes comerciales, [...] el polipropileno como los polietilenos tiene una buena resistencia química pero una resistencia débil a los rayos UV (salvo estabilización o protección previa), [tiene un] punto de Ebullición de 320 °F (160°C) [y como] punto de Fusión [...] más de 160°C [...].

1.3.2.4. Aplicaciones.

El canal construcción menciona las siguientes aplicaciones:

Juguetes, [...] Los recipientes para alimentos, medicinas, productos químicos; ropa y electrodomésticos; fibras [...]. Algunas de las innovadoras aplicaciones del polipropileno en la construcción, son los novedosos sistemas constructivos que permiten realizar viviendas a partir de módulos o contenedores de polipropileno que se pueden apilar para ampliar el espacio [...]

Para el área al que está definido este proyecto, Oliveira Bernardo y Hemsley (2011, p.19), mencionan que:

El polietileno tipo fibras, ha variado a través del tiempo, estos son adicionados al concreto [...] en la parte de construcción en la ejecución de pisos industriales de alto desempeño, tuberías especiales drenantes, pavimentos, cubiertas para puentes, para la estabilización de taludes en la parte de concreto lanzado, revestimiento de túneles, elementos estructurales prefabricados, Acceso vehicular: accesos residenciales, servicios y caminos de acceso, cunetas, control de erosiones, [...] parqueaderos [...].

En cuanto al uso de las tiras plásticas de polipropileno referidas al autor, su empleo para el sector construcción, en la parte del diseño de mezcla del concreto dependerá de su procesamiento, ya sea por su fabricación tipo moldeo por soplado, inyección o de tipo expandido.

1.3.2.5. Uso de concreto con fibra.

La versatilidad que tiene el polipropileno para ser doblado fácilmente (el cual le da poca densidad), sumado a la resistencia a los golpes, hace que sea una buena opción para ser empleada en el diseño de mezcla de concreto, muy aparte que este material es bastante resistente a los productos corrosivos.

Entonces, para saber la dosificación adecuada se trabajará empleando los antecedentes, se deben usar tiras de polipropileno, las cuales contarán con la medición el cual le pueda ayudar a consolidarse con la matriz cementicia.

Tabla N°2. Propiedades existentes en la fibra plástica (polipropileno).

PROPIEDADES DE LA FIBRA DE POLIPROPILENO	
FIBRA	Tiras polipropileno
LONGITUD (mm)	3mm x 30mm
RESISTENCIA A LA TENSIÓN (kg/cm ²)	6328-7031
MÓDULO ELÁSTICO (kg/cm ²)	43000

Fuente: Elaboración propia.

Mendoza, et. al. dice que: “Se recomienda emplear 800 gr. / m³ de concreto y 135 gr. /saco de cemento (50 kgr)” (2011, p.37).

Al emplearse en el diseño de mezcla de concreto (preferiblemente mientras se realiza para tener un mejor control y un mezclado eficiente con uniformidad al momento de la distribución), las fibras que usamos (las tiras plásticas) en el diseño de mezcla, tienen resistencia a la propiedad medio alcalino que tiene el concreto.

1.3.2.6. Ventajas y Desventajas en la adición al concreto.

Debido a que el diseño de mezcla se realizará con la adición de las tiras de polipropileno por sus propiedades- Mendoza, Aire y Ávila (2011, p.37), sostienen al respecto:

Las principales ventajas de la adición de fibras sintéticas en el concreto son, en estado endurecido, el incremento de la tenacidad y de la resistencia al impacto y, en el estado

fresco, el control de la contracción plástica. Adicionalmente, controla la aparición de fisuras durante la vida útil de la estructura y brinda mayor resistencia a la fatiga. Durante los últimos años se han realizado diversos estudios para evaluar las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de polipropileno, en los que el porcentaje de fibras ha variado entre 0.1 y 10% del volumen. [...] se alcanzan ligeros incrementos en la resistencia a flexión [...] estudios presentan efectos favorables de la adición de fibra sobre la tenacidad e incremento en la resistencia a compresión, del orden de 25%, cuando se emplea un porcentaje volumétrico de 0.5% de fibras de polipropileno [...]

1.3.3. Pavimento de concreto permeable.

Es necesario conocer la definición de este tipo de pavimento, pues es una aplicación del diseño de mezcla del concreto permeable. En la Figura 7 se muestra la diferencia entre el pavimento de concreto permeable y un pavimento convencional, se nota la eliminación del agua superficial inmediata en el concreto permeable.



Figura 7. Diferencia notoria entre pavimento de concreto convencional (izquierdo) y pavimento de concreto permeable (derecho), luego de la lluvia. Fuente: Youtube

1.3.3.1. Definición de pavimento de concreto permeable.

[...] Los pavimentos son una parte esencial del desarrollo urbano, sin embargo, son los generadores de los excesos de caudal debido a su capa impermeable, que normalmente vienen contaminados con metales pesados e hidrocarburos. Estos excesos de caudal y decontaminantes se pueden evidenciar con mayor impacto, aguas abajo o en ecosistemas naturales ya que se recibe la mayor cantidad de agua y las propiedades que presenta [...]. (Lucke, et.al., 2013, p.10).

Ya que lo referido a la acumulación existente de aguas disueltas, resume en que es un problema, debemos encontrar técnicas que sean alternativas a las ya existentes (técnicas del drenaje urbano), las cuales alcancen a evitar el depósito de aguas, como también contaminantes. Los pavimentos no convencionales son unos de esos sistemas de drenaje, pues aquellos tienen como composición, agregados gruesos gradados uniformemente según las mallas de laboratorio, con un poca arena o finos y un cementante (cemento portland o también mezclas bituminosas), todo esto con el fin de llegar a lograr que su porcentaje de vacíos varíe entre 15% y 20%.

1.3.3.2. Clasificación de los pavimentos de concreto permeable.

Trujillo y Quiroz, muestran la siguiente clasificación:

[...] Mientras que hay muchos materiales diferentes disponibles comercialmente, los pavimentos permeables se pueden dividir en tres tipos básicos: asfalto poroso, bituminoso, concreto permeable, y pavimento de mortero permeable entrelazado. Estos tipos de pavimentos se pueden clasificar como pavimentos porosos o pavimentos permeables. Aunque la función de ambos tipos de pavimentos sea alcanzar los mismos beneficios, difieren considerablemente en su forma de operar y en su apariencia [...]. (2013, p.16)

Las autoras la han dividido según el empleo que se va a usar, como por ejemplo si necesitamos un pavimento para una zona alto andina, sería un pavimento drenante de infiltración (tanto distribuida como localizada), al cual se le coloca una tubería y ya se adecúa luego a las necesidades de la ciudad o zona en el que se va a realizar los ensayos y posterior ejecución.

1.3.3.3. Ventajas y desventajas del pavimento de concreto permeable.

1.3.3.3.1. Ventajas del pavimento de concreto permeable.

Los pavimentos porosos o también llamados permeables, al corresponder a una técnica alternativa de sistema de drenaje urbano, presentan diversas ventajas sostenibles.

Generalmente, los pavimentos porosos tienen una relación directa con el control de la cantidad de la escorrentía urbana. La gestión de la escorrentía

a través de la infiltración deriva en una reducción del volumen de escorrentía, o bien, en una laminación de los caudales a inyectar en la red de saneamiento convencional (menor caudal pico y mayor tiempo de concentración). Con menores caudales circulando por la red, disminuye la carga hidráulica en el sistema en tiempo de lluvia y se reducen los diámetros de las conducciones (García, 2011, p.36).

Si el sistema de pavimentos permeables se encuentra bien diseñado, tendrá la resistencia y duración muy parecida al de un pavimento impermeable o convencional, Aparte de eso, con la facilidad que tiene este tipo de concreto a la manipulación, permitirá fácilmente desarrollarlo en obra, pues no necesita de espacios grandes para su instalación.

Rodríguez aporta que: “[...] otra gran ventaja, [...] aparte de su fácil colocación, es que los pavimentos permeables pueden considerarse como una cadena dedrenaje sostenible completa por sí mismos, pues integra los procesos de infiltración, captación, transporte y almacenamiento [...]” (2017, p.40).

Concuerdo con el autor en que los pavimentos permeables son de fácil colocación, pero necesitará mano de obra experta, pues, en el proceso de colocación, es importante extender el material y luego compactarlo, para evitar el vibrado. Aparte de ello, se debe tratar en lo máximo de evitar el sellado de juntas que existan y el vibrado o el empleo de cortadoras que tengan disco de diamante, ya para el proceso de curado, lo único que proseguiría sería cubrir la superficie del pavimento con plástico de polietileno.

1.3.3.3.2. Desventajas del pavimento de concreto permeable.

El costo del pavimento poroso es comúnmente mayor que el del pavimento convencional, ya que es una mezcla especial con procedimientos de instalación especiales que requieren personal especializado con experiencia. La diferencia en el costo total depende de los costos relativos de los materiales y mano de obra (Ferguson, 2005, p.75).

“El pavimento permeable requiere un mantenimiento constante, lo cual eleva los costos debido a que puede perder permeabilidad ya que a medida que pasa el tiempo los espacios vacíos tienden a taparse con material fino”. (Saucedo Vidal, 2012).

Si bien el costo de mantenimiento es una desventaja, en caso que existan condiciones desfavorables de sedimentos, tendremos que tomar en cuenta el costo de instalación, el cual es menor, eso convertiría al costo en uno más balanceado.

1.3.3.3. Importancia Hidrológica.

En lugar de evitar la infiltración de agua en el suelo a causa de una precipitación, el pavimento permeable ayuda al proceso capturando el agua de lluvia en una red de huecos y permitiendo que se infiltre en el suelo subyacente (Figura 8).

Esta alternativa muy poco empleada en el departamento de Ancash, ha traído beneficios y buenos resultados en todo el mundo, en cuanto al manejo de las aguas pluviales, pues elimina la necesidad de sistemas tradicionales de manejo de aguas pluviales (estanques de retención y empalmes de alcantarillado) y permite reducir los costos en obras realizadas de drenaje, así como también ayuda en ampliar la seguridad existente de los vehículos que estén en circulación y puede crearnos un equilibrio en el ecosistema natural, reduciendo notablemente la serie de problemas como la erosión, las inundaciones, el agotamiento del nivel del agua subterránea.

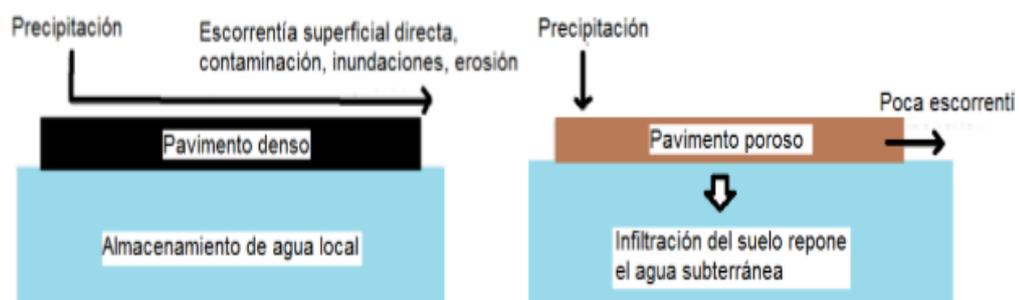


Figura 8. Diferencias entre la importancia hidrológica y los efectos de un pavimento convencional (izquierda) y un pavimento poroso (derecha). Fuente: Ferguson (2005).

1.4. Formulación del problema.

Todo parte, como se mencionó en la problemática, de la urbanización y sus posteriores consecuencias, pero aparte de los problemas vistos, existen algunos inconvenientes nacidos de usar los pavimentos impermeables o tradicionales, como el crecimiento excesivo de demanda de redes de los diferentes drenajes, los cuales canalizan aguas de lluvia, las cuales debido al cambio climático, con el pasar de los años se incrementan y generan inundaciones, las cuales generan costos y más aún si traen consigo materiales que son nocivos para la salud y que muchas veces no se encuentra la forma de tratarlos en plantas especiales y se quedan en el medio ambiente, es por ello que el concreto permeable es una buena alternativa sostenible, pero este tipo de concreto tiene sus debilidades, y con el fin de reforzar aquellas debilidades, entra la incorporación de tiras plásticas de polipropileno.

Arias menciona que: “Cuando un problema está bien formulado, se tiene ganada la mitad del camino hacia su solución.” (2007, p.50).

1.4.1. Problema general.

¿Qué relación tiene la incorporación del polipropileno con las propiedades del concreto permeable diseñado para pavimentos en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash – 2017?

1.4.2. Problemas específicos.

¿Cómo influye la dosificación del polipropileno, en la propiedad que tiene el concreto permeable diseñado para los pavimentos en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash – 2017?

¿Cuál es la influencia de la incorporación del polipropileno sobre la resistencia a la compresión que tiene el concreto permeable en su diseño de mezcla en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash – 2017?

¿Cómo influye en el coeficiente de porosidad del concreto permeable, la incorporación de polipropileno en su diseño de mezcla en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash – 2017?

¿Cuál es la relación entre la granulometría del agregado y la incorporación de polipropileno en el diseño de mezcla del concreto permeable del Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash – 2017?

1.5. Justificación del estudio.

El agua es un elemento esencial, el cual tiene bastante convivencia con el concreto, este estudio consiste en la evaluación del mejoramiento del diseño de mezcla del concreto permeable al adicionarle tiras de polipropileno para pavimentos, los cuales, en Perú presentan una característica notable de crecimiento, pero sobre ellos recae la mala calidad que representan a nivel de todo Latinoamérica, entonces es ahí donde nace la justificación, presentándose como una alternativa viable para el diseño de mezcla realizado en las zonas alto andinas, específicamente en el Jirón La Libertad, ubicado en la ciudad de Recuay; ya que, a diferencia de otros países, en Perú la implementación e investigación de lo que es el uso de concreto permeable para pavimentos es casi nula y es por ese impulso que nació esta investigación.

1.6. Hipótesis.

La hipótesis para este proyecto de tesis, es la idea que se piensa demostrar; con respecto al tema, Moreno menciona que:

La importancia de hipótesis en una investigación proviene del nexo entre teoría y la realidad empírica entre el sistema formalizado y la investigación. En tal sentido, la hipótesis sirve para orientar y delimitar una investigación, dándole una dirección definitiva a la búsqueda de la solución de un problema. (2013, párr. 2).

Entonces, al elaborar una correcta hipótesis, automáticamente se observará una clara relación entre las variables, y al poder comprobarla, se conseguirá la solución al problema general planteado.

1.6.1. Hipótesis general.

La incorporación de polipropileno, mejora las propiedades que posee el concreto permeable, diseñado para pavimentos en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash – 2017.

1.6.2. Hipótesis específicas.

La dosificación de polipropileno, influye sobre la propiedad que tiene el concreto permeable, diseñado para los pavimentos en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash – 2017.

La incorporación de polipropileno influye sobre la resistencia a la compresión que posee el concreto permeable en su diseño de mezcla en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash – 2017.

La incorporación de polipropileno influye en el coeficiente de porosidad que posee el concreto permeable en el diseño de mezcla en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash – 2017.

La incorporación de polipropileno en el diseño de mezcla tiene relación con la granulometría de los agregados en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash – 2017.

1.7. Objetivos.

[...] [Los objetivos] son las guías del estudio y hay que tenerlos presente durante todo su desarrollo. Evidentemente, los objetivos que se especifiquen requieren ser congruentes entre sí, [...] representan las acciones concretas que el investigador llevará a cabo para intentar responder a las preguntas de investigación y así resolver el problema de investigación [...]. (Ferrer, 2010, párr.10).

Los objetivos escogidos, deben de entenderse y ser medibles, ellos indican a dónde se quiere llegar.

1.7.1. Objetivo general.

Evaluar la incidencia de la incorporación de polipropileno en las propiedades que tiene el concreto permeable diseñado para pavimentos en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash – 2017.

1.7.2. Objetivo específico.

Evaluar la influencia de la dosificación de polipropileno, sobre la propiedad que tiene el concreto permeable diseñado para los pavimentos en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash – 2017.

Evaluar la influencia de la incorporación de polipropileno en la resistencia a la compresión que presenta el concreto permeable en su diseño de mezcla en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash – 2017.

Evaluar la influencia que existe en el coeficiente de permeabilidad del concreto permeable, al incorporar el polipropileno en su diseño de mezcla en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash – 2017.

Determinar la relación existente entre la incorporación de polipropileno en el diseño de mezcla y la granulometría de los agregados en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash – 2017.

II. METODOLOGÍA

2.1. Diseño, tipo, nivel y enfoque de investigación.

2.1.1. Diseño de investigación.

El diseño de la investigación, en suma, es una especie de proyección concisa de todo lo que se debe realizar, con el fin de lograr los objetivos de estudio trazados en un principio. Tener un diseño bastante cuidadoso, determinará la calidad del mismo.

Según mencionan Kerlinger & Lee:

La búsqueda empírica en la cual el científico no posee ningún tipo de control en las variables independientes, es la investigación no experimental, además de que en esta no es necesario inferir que tipo de relación existe entre las variables de la investigación. (2002, p.54).

Entonces la presente investigación es no experimental, pues no existe un control de variables independientes de forma directa, dado que éstas no son manipulables, se deduce el tipo de relación existente en las variables, se analiza el fenómeno tal cual como se presenta, y por ello, es importante realizar nuevos experimentos.

2.1.2. Tipo de investigación.

Carrasco (2009), docente investigador de la Universidad Mayor de San Marcos, manifiesta que:

[Existen dos] tipos de investigación: Investigación Básica, [la cual] busca ampliar y profundizar el caudal de conocimientos científicos existentes acerca de la realidad e Investigación Aplicada, [para la cual] es muy importante contar con el aporte de las teorías científicas, que son producidas por la investigación básica. (p.38).

Basado en ello, la presente investigación viene a ser aplicada, pues el marco teórico correspondiente y los métodos, ya existen, y se aplicarán en problemas reales, y en ellas se piensa buscar soluciones.

2.1.3. Nivel de investigación.

[...] La investigación explicativa intenta dar cuenta de un aspecto de la realidad, explicando su significatividad dentro de una teoría de referencia, a la luz de leyes o generalizaciones que dan cuenta de hechos o fenómenos que se producen en determinadas condiciones. (Salkind, 1999, p. 11).

El nivel de investigación de la presente investigación es explicativo, pues se analizan las causas que originan la variación de los resultados al manipular la variable independiente, luego se determina la correlación entre ambas variables y se puede exponer los resultados al mundo científico.

2.1.4. Enfoque de investigación.

El enfoque de la investigación para Ruiz (2012):

[...] es un proceso sistemático, disciplinado y controlado y está directamente relacionada a los métodos de investigación que son dos: [...] la investigación cualitativa que consiste en ir de los casos particulares a la generalización; mientras que el método [...] cuantitativo, cuya característica es ir de lo general a lo particular. (párr. 3).

Los enfoques de investigación buscan producir un conocimiento esencial para el campo, o también buscan resolver los problemas que aborda nuestra investigación. El enfoque de la presente investigación sería cuantitativo, porque se busca comprobar una hipótesis mediante el uso de recolección de datos y la medición numérica.

2.2. Variables, Operacionalización.

2.2.1. Variables.

Para tener una idea clara sobre las variables, Heinemann manifiesta que:

Una variable, es un símbolo, el cual posee un rasgo diferente, de modo que aquella llega a tener dos valores, los cuales son antagónicos y estos últimos se excluyen recíprocamente. Para explicarlo de una forma más clara, al hablar de una medición normal, tendremos valores como existe y no existe o tal vez pertenece y no pertenece, pero en el mejor de los casos los valores numéricos son medibles pero por medio de intervalos constantes. (2003, p. 26).

Se tendrán dos variables en la presenta investigación, una dependiente y otra independiente, ambas deberán ser medibles.

2.2.1.1. Variable independiente.

Valderrama define que la “[...] variable independiente es aquella cuyo funcionamiento existencial es relativamente autónomo”. (2002, p. 157).

Se puede entender la variable independiente como una variable autónoma, ya que no es dependiente de otras variables.

En la presente investigación, la variable independiente encontrada vendría a ser la incorporación de tiras plásticas de polipropileno.

2.2.1.2. Variable dependiente.

La variable dependiente, va a depender de la independiente, y ambas van a demostrar la hipótesis, al respecto Arnau, Anguera y Gómez sostienen que: “[...] Su valor depende del valor que hayan tomado o tengan las variables independientes. Su posición en el orden de dependencia no es necesariamente natural. Se establece en las hipótesis de investigación (la misma variable puede funcionar en unas hipótesis como dependiente y en otras como independiente). (1990, p. 37).

Entonces en esta investigación, la variable dependiente vendría a ser el concreto permeable para los pavimentos.

2.2.2. Operacionalización de variables.

El objetivo [...] es comprobar cuando una o más [sic] variables independientes influyen o alteran a la variable dependiente [...] Operacionalizar es definir las variables para que sean medibles y manejables [...], [se] necesita traducir los conceptos (variables) a hechos observables para lograr su medición. Las definiciones señalan las operaciones que se tienen que realizar para medir la variable, de forma tal, que sean susceptibles de observación y cuantificación. (Ávila, 2006, pàg.45).

La variable estudiada será la independiente adicionado a la variable dependiente y la incidencia que tienen sobre la resistencia a la compresión y el coeficiente de permeabilidad.

Tabla N°3. Matriz de Operacionalización de variables independientes

Variable independiente	Dimensiones	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Instrumento
Incorporación de polipropileno.	Dosificación del polipropileno en tiras	La medición de polipropileno es importante, pues con ello sabremos con qué medida trabajar.	La medición se efectuará mediante pruebas, se tomará las medidas de 3mmx30mm (antecedentes)	% de Tiras de Polipropileno con respecto al peso de los materiales (0.05).	La prueba del dosaje porcentual de las tiras con respecto al peso que tienen los materiales
				% de Tiras de Polipropileno con respecto al peso de los materiales (0.10).	La prueba del dosaje porcentual de las tiras con respecto al peso que tienen los materiales
				% de Tiras de Polipropileno con respecto al peso de los materiales (0.15).	La prueba del dosaje porcentual de las tiras con respecto al peso que tienen los materiales

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°4. Matriz de Operacionalización de variables (dependiente)

Variable dependiente	Dimensiones	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Instrumento
Concreto permeable diseñado para pavimentos	Coeficiente de permeabilidad del concreto permeable.	La permeabilidad es el total de agua que corre a través del concreto.	La prueba se hace mientras el agua está bajo presión, resulta una curva del contenido de vacíos y del ensayo de permeabilidad.	Contenido de vacíos del concreto permeable	Ensayo para determinar el contenido de vacíos.
				Coeficiente de permeabilidad	Ensayo para determinar el coeficiente de permeabilidad.
	Resistencia a la compresión del concreto permeable.	La resistencia a la compresión del concreto es la cantidad de esfuerzo máximo que puede soportar el concreto.	Se realizan mediante probetas cilíndricas, sometidas a un ensayo cada una, dependiendo de la edad de análisis (ASTM C39).	Resistencia a la compresión a los 7 días.	Ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días.
				Resistencia a la compresión a los 14 y 28 días.	Ensayo de resistencia a la compresión a los 14 y 28 días.
	Granulometría del agregado.	La granulometría del agregado permitirá clasificar el agregado y saber si está apto para usarse en el diseño de mezcla del concreto permeable.	Será determinado mediante distintos métodos, empezando por el cuarteo, siguiendo el método de las mallas y terminando en una curva granulométrica.	El huso granulométrico (curva granulométrica).	Ensayo de análisis granulométrico para el agregado.

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población, muestra y muestreo.

2.3.1. Población.

Al existir una población, existe en ella la dificultad de analizarla entera, y recoger todos los datos que arroje, pero para saber cuál será la población, se debe realizar una verificación para ver si reúne las características más importantes del objetivo de estudio, con el fin de que el estudio compruebe las hipótesis de la mejor manera posible.

El diccionario de la RAE (2001) define la población, como: “[Un] Conjunto de los individuos o cosas sometido a una evaluación estadística mediante muestreo”.

Entonces, bajo el argumento mencionado, la población viene a ser todos los pavimentos permeables de la ciudad de Recuay.

2.3.2. Muestra.

Jiménez Fernández (1983) explica cuán representativa tiene que ser la muestra, para ello menciona que:

[...] es una parte o subconjunto de una población normalmente seleccionada de tal modo que ponga de manifiesto las propiedades de la población. Su característica más importante es la representatividad, es decir, que sea una parte típica de la población en la o las características que son relevantes para la investigación”. (p. 237).

La muestra tiene como característica principal la representatividad de la población, es la parte de muestra, en la que mejor se plasma cualquier objeto de estudio, en la presente investigación, la muestra vendría a ser el pavimento permeable del Jirón La Libertad (Longitudinal de la Sierra Norte entre el Km 546+310 y el Km 547+310, Recuay - Ancash).

2.3.3. Muestreo.

El muestreo tiene como fin la identificación de la población escogida, es lo que se saca de la muestra partiendo desde la misma, puede ser mediante el azar o mediante criterio propio.

Sobre lo que proporciona el muestreo, Latorre, et al. dicen que:

[...] el ahorro de tiempo en la realización de la investigación, la reducción de costos y la posibilidad de mayor profundidad y exactitud en los resultados. Los inconvenientes más comunes suelen ser: dificultad de utilización de la técnica de muestreo, una muestra mal seleccionada o sesgada distorsiona los resultados, las limitaciones propias del tipo de muestreo y tener que extraer una muestra de poblaciones que poseen pocos individuos con la característica que hay que estudiar [...] (2003, p.102).

En el caso de la presente investigación, es no probabilística, ya que la muestra no fue designada al azar.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Para esta investigación se realizará un registro visual de naturaleza cuantitativa, mediante los respectivos gráficos que contengan los ensayos.

2.4.1. Técnicas de recolección de datos.

[...] La recolección de datos se refiere al uso de una gran diversidad de técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas por el analista para desarrollar los sistemas de información, los cuales pueden ser la entrevistas, la encuesta, el cuestionario, la observación, el diagrama de flujo y el diccionario de datos. Todos estos instrumentos se aplicarán en un momento en particular, con la finalidad de buscar información que será útil a una investigación en común [...]. (Carrasco, 2006, pág. 174).

Por lo tanto, para la presente investigación se empleará la observación como una de las técnicas de recolección de datos, todo ello mediante la respectiva visita al Jirón La Libertad, se evaluará la zona y se realizarán posteriores análisis.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos.

[...] Se refiere a cualquier tipo de recurso que utiliza el investigador; para allegarse de información y datos relacionados con el tema de estudio. Por medio de estos instrumentos, el investigador obtiene información sintetizada que podrá utilizar e interpretar en armonía con el Marco Teórico. Los datos recolectados están íntimamente relacionados con las variables de estudio y con los objetivos planteados. [...]. (Schiffman, 2001, p. 36).

Para analizar la variable independiente se usarán los laboratorios, se realizará una descripción de naturaleza cualitativa, se elaborarán gráficos y comparaciones de los ensayos de probetas y todo lo relativo al laboratorio que demuestren la incidencia de mis variables y mis dimensiones.

2.4.3. Validez.

Yin asegura en relación a la validez, que: “[...] un diseño de investigación supone que representa un conjunto de estados lógicos donde se puede juzgar la calidad de un diseño dado, de acuerdo a ciertas pruebas lógicas [...]”. (2009, p.42)

Por lo tanto, la presente tesis será validada mediante los distintos ensayos de laboratorio. Aquellos ensayos serán validados por técnicos, que son expertos en cuanto a laboratorio se trate, para que luego los mismo técnicos sean quienes se encarguen de poder certificar aquellos ensayos realizados.

2.4.4. Confiabilidad.

Según menciona el autor Ander-Egg, la confiabilidad es "Qué tan exacta puede ser lo que mide un instrumento". (2002, p.44).

El autor, trata de explicar en cuanto a la confiabilidad, que esta debería tener relación amplia dependiendo a lo que se intente medir, en síntesis, es una mezcolanza entre la estabilidad con la que se está trabajando y la predictibilidad.

Para tal fin, se concluye que en el presente proyecto de investigación se denominará confiabilidad a los certificados de laboratorio y calibración de las herramientas y equipos que nos ayuden a medir las variables (en algunos casos, los ISOS).

2.4.5. Métodos de análisis de datos.

Este método de análisis encabeza al terminar de acumular la información del instrumento de recolección que se haya usado para ser analizada la muestra.

"Los métodos de recolección y análisis de datos deben elegirse en función de las preguntas, clave de evaluación y los recursos disponibles de la evaluación". (León y Montero, 2003).

Si se necesita validar la hipótesis, es necesario hacer ensayos y pruebas en laboratorios, pero también se debe tomar en cuenta el presupuesto al que este conlleva.

El método que se empleará en este estudio es el cuantitativo.

2.4.6. Ensayos realizados.

2.4.6.1. Ensayo para determinar la granulometría del agregado.

2.4.6.1.1. Ubicación de la cantera.

Los agregados empleados en el presente proyecto de investigación se extrajeron de la cantera Huancapampa, ubicada en la zona norte de Recuay (previo permiso municipal), se escogió esta cantera, pues los agregados que tiene son los que más se usan para obras civiles realizadas en la ciudad de Recuay, ya que son cercanos y de buena calidad.



Figura 9. Material empleado de la cantera. Fuente: Elaboración propia

El agregado empleado en la presente investigación, es de origen sedimentario y de forma redondeada (canto rodado), pues la acción erosiva del agua de lluvia, así como la fuerza hidráulica y el acarreo de minerales le dan la forma que tiene.

Tabla N°5. Características de la cantera Huancapampa-Recuay.

Ubicación	Este: 230510 Norte: 8925289, Salida de Recuay.
Acceso	Lado izquierdo del eje a 30m
Propietario	Municipalidad distrital de Recuay
Material	Arena y grava de río
Profundidad	4m
Estrato orgánico	5cm
Área aproximada	15000 m ²

Fuente: Elaboración propia

Con la ubicación de la cantera, se puede saber cuán accesible es el material, cuánto influye en el mercado y la aplicación que tiene en la ciudad de Recuay, en el Tabla N°5 se muestra las características que tiene la cantera.



Figura 10. Imagen satelital de la cantera. Fuente: Google Earth

2.4.6.1.2. Equipos y procedimiento

Se sigue la norma ASTM C136. Se usaron los siguientes equipos.

- Tamices de 8'' de diámetro, según norma con aperturas de: 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200, con fondo y tapa
- Balanza que tiene una aproximación al 0.1% del peso del material que está siendo ensayado.
- Horno con temperatura de 110 +/- 5°C

Siguiendo la misma norma, se realiza el procedimiento mediante el cual se separa el material por las mallas, el retenido será agregado grueso que quede en la malla N°4 y el fino será el que pase aquel tamiz.

La muestra, antes de tamizarse fue lavada y secada en el horno por 24 hora y una temperatura de 110 +/- 5°C

Figura 11



Figura 11. Secado de material en horno. Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenido el material seco y libre de impurezas se vierte en el juego de tamices y se comienza el proceso con ligeros golpes y girando el conjunto hasta obtener peso constante en cada tamiz.



Figura 12. Empleo de mallas para tamizado. Fuente elaboración propia

Toda cantidad obtenida fue pesada, así como también el que quedó en la base, se deberá pesar todo el material previamente, para luego compararla con la suma obtenida en los retenidos de las mallas, cuya diferencia no debe de exceder el 0.3%.



Figura 13. Pesado de material por malla. Fuente: Elaboración propia

Observación: En cuanto al agregado grueso, y al ser mayor su cantidad, el total de la muestra que se tenga se pasará por cada tamiz.

2.4.6.2. Diseño de mezcla

Basándose en el primer objetivo, el cual busca encontrar el diseño de la mezcla de concreto permeable que sea idóneo para poder añadir las fibras plásticas de polipropileno de 3mm x 30mm, se ha planteado un diseño de mezcla (considerando en empleo de las normas ACI522R y ACI 2113R-02 que tratan sobre el uso de agregados), se va a emplear el Huso N°08 (el huso con el cual se obtendrá una mejor resistencia a la compresión, coeficientes de permeabilidad tolerables y un el mínimo de contenido de vacíos) y el Huso N° 64 se emplea de acuerdo a los antecedentes.

2.4.6.2.1. Materiales y diseño

Se siguió la norma ACI 211.3R-02 que trata sobre las proporciones a usar para un concreto que tenga slump cero, también se empleó la ACI 522R-10.

Se emplearon los siguientes materiales.

- Cemento: INKA portland tipo IP de peso específico $P_{ec} = 2.99 \text{ gr/cm}^3$
- Agua: Potable de peso específico $P_{ew} = 1 \text{ gr/cm}^3$
- Agregado: Cantera Huancapampa, con las especificaciones indicadas en el Cuadro N°6.

Cuadro N°6. Especificaciones de la cantera Huancapampa-Recuay

Propiedad	Agregado Grueso		Agregado fino
	Huso N° 57	Huso N° 8	
TMN (Tamaño máximo nominal)	1"	½"	N°4
Pe (Peso específico)	2440 kg/m ³		2610 kg/m ³
Pe(sss) (Peso específico SSS)	2.52 gr/cm ³		2.72 gr/cm ³
Peso unitario suelto)	Huso N° 57	Huso N° 8	1710 kg/m ³
	1572 kg/m ³	1617 kg/m ³	
Peso unitario compactado	Huso N° 57	Huso N° 8	1818 kg/m ³
	1671 kg/m ³	1688 kg/m ³	
Absorción	3.45 %		4.06 %
Contenido de humedad	1.37%		4.34%

Fuente: Municipalidad provincial de Recuay

2.4.6.2.2. Proceso de diseño

2.4.6.2.2.1. Elección de la intensidad de lluvia de diseño.

Rondón (2017, pág. 85) en la tesis “Análisis y propuesta de uso de biodigestor en el tratamiento de aguas residuales del sistema de desagüe del poblado de Pocrac del distrito de Ticapampa, Recuay – Ancash”, menciona que analizó la frecuencia de precipitaciones máximas que ocurrieron en un lapso de 24 horas, todo ello usando

los resultados pertenecientes desde 1994 hasta el 2013, los cuales se muestran en el Tabla N°7.

Tabla N°7. Precipitación máxima en 24 horas

ESTACIÓN : CP-708 (TICAPAMPA - 472DD33A)

PARÁMETRO: PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (mm.)

LATITUD	09°43'01"	DEPARTAMENTO	: RECUAY
LONGITUD	77°28'01"	PROVINCIA	: RECUAY
ALTITUD	3840.0 m.s.n.m.	DISTRITO	: TICAPAMPA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX.
1994	26.30	27.30	24.20	15.60	29.90	0.40	0.00	0.00	9.70	17.90	15.20	22.20	29.90
1995	19.40	29.00	15.60	2.00	3.80	0.00	0.00	3.20	4.60	10.20	14.50	17.13	29.00
1996	36.90	18.70	16.80	20.40	0.00	0.00	2.90	4.40	0.80	8.60	18.60	15.60	36.90
1997	24.00	32.40	23.20	19.50	0.80	0.00	0.00	12.50	28.80	20.00	11.20	9.70	32.40
1998	42.90	25.70	24.10	7.10	0.00	4.90	0.00	4.30	4.50	14.70	11.70	21.30	42.90
1999	36.10	26.70	36.00	33.50	7.50	0.00	1.50	1.50	5.60	38.20	10.80	11.40	38.20
2000	30.90	30.70	31.60	17.85	10.20	4.60	6.40	12.70	6.30	16.10	17.00	26.15	31.60
2001	25.70	37.70	39.40	17.00	8.40	2.20	0.00	7.00	8.40	14.00	23.00	23.30	39.40
2002	36.10	23.70	22.80	18.70	12.00	7.00	12.80	18.40	4.20	18.20	11.00	29.00	36.10
2003	35.60	23.20	12.10	28.00	12.80	4.80	0.20	4.00	24.80	11.10	5.70	26.20	35.60
2004	30.40	28.30	24.70	15.90	7.30	1.20	0.30	6.80	15.10	13.90	16.60	22.80	30.40
2005	30.10	26.50	19.70	17.80	6.10	2.80	0.70	11.40	16.70	18.00	14.90	20.20	30.10
2006	40.90	37.80	32.20	20.50	10.90	2.20	0.00	7.20	11.50	15.90	18.10	29.00	40.90
2007	67.20	35.40	26.80	20.90	12.80	0.00	1.20	3.40	6.30	14.40	12.70	26.70	67.20
2008	28.70	35.70	31.20	20.10	6.00	2.00	0.20	11.60	6.90	14.80	11.90	20.30	35.70
2009	32.40	26.30	21.30	16.00	8.40	0.00	1.70	0.00	8.50	10.00	15.20	23.30	32.40
2010	33.00	24.60	16.80	7.20	10.60	0.00	0.00	4.30	6.30	8.60	5.20	21.00	33.00
2011	25.40	28.20	14.80	14.20	2.60	0.00	5.30	0.20	17.30	15.60	13.20	20.60	28.20
2012	28.70	28.70	27.50	15.40	0.00	0.20	0.00	5.70	1.70	4.50	44.40	20.40	44.40
2013	16.20	28.70	32.60	7.80	7.80	6.20	0.90	4.30	7.80	11.30	26.00	41.00	41.00

Fuente: Rondón, 2017.

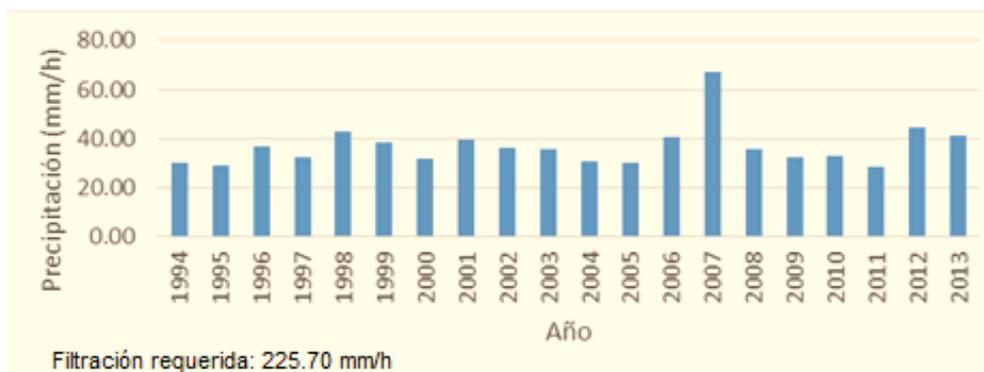


Figura 14. Precipitación máxima (24 horas). Fuente: Rondón, 2017.

Tomada la referencia, se tiene como intensidad de lluvia de diseño el valor de 225.70mm/h.

2.4.6.2.2.2. Elección del porcentaje de vacíos.

Gracias a la intensidad de lluvia de diseño y empleando el siguiente gráfico (Figura 15), podemos calcular el contenido de vacíos para el huso N°57 y con respecto al huso N° 08, el contenido de vacíos a escoger es mencionado en el punto 2.4.6.2., la cual se escogió para poder garantizar una permeabilidad adecuada.

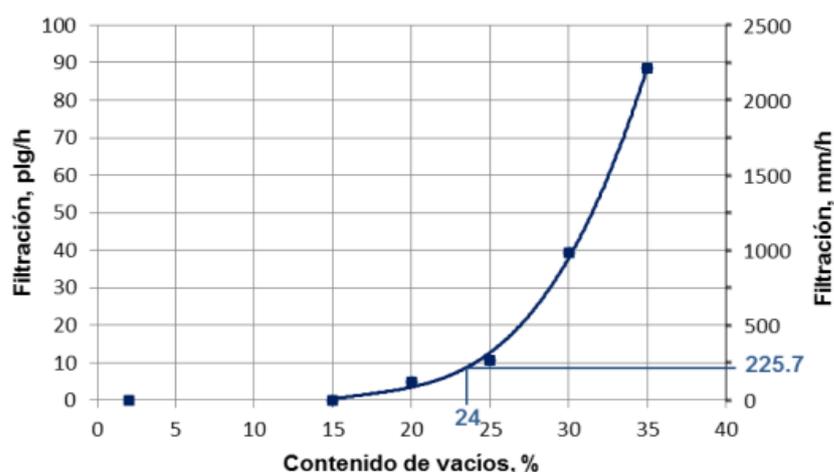


Figura 15. Adaptación de curva de contenido de vacíos vs filtración. Fuente: ACI 522R-10

Adaptada la referencia, se tiene como porcentaje de vacíos el valor de 24% (huso N°57) y 15% (huso N°08).

2.4.6.2.2.3. Elección del valor de resistencia a la compresión.

Gracias al valor del porcentaje de vacíos empleando el siguiente gráfico (Figura 16), podemos calcular el valor que tiene la resistencia a la compresión, mediante ACI 522R-10 (HUSO N°8 Y N°67).

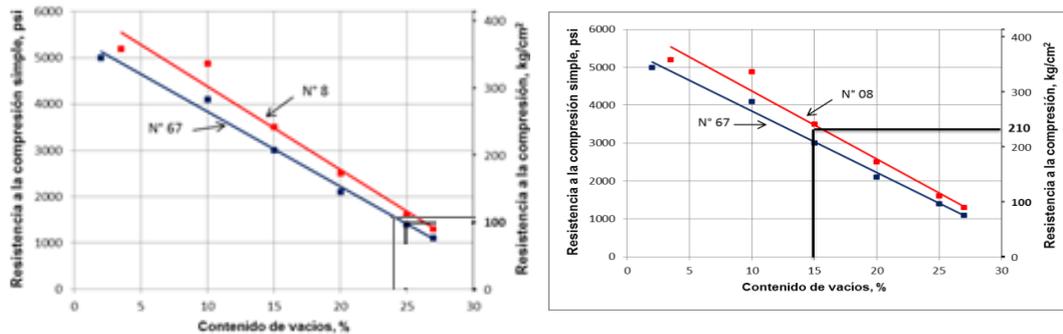


Figura 16. Adaptación de curva de contenido de vacíos vs resistencia a la compresión. Fuente: ACI 522R-10.

Adaptada la referencia, se tienen como resistencia a la compresión 105.04 kg/cm², equivalente a 105 kg/cm² (para el huso N°57) y 210 kg/cm² (para el huso N°8).

2.4.6.2.2.4. Relación agua/cemento (a/c).

Siguiendo el ACI 522R-10 y el ACI 211.3R-02, recomienda usar como relación de a/c un valor de 0.40 ya que con ese valor se probó que la pasta cubra correctamente los áridos empleados sin tener que complicar la permeabilidad del concreto permeable.

2.4.6.2.2.5. Trabajabilidad requerida.

Obtenida a través del cono de Abrams, gracias al cual podemos comprobar que el asentamiento (slump) es de cero.



Figura 17. Obtención de trabajabilidad mediante el cono de Abrams. Fuente: Elaboración propia

2.4.6.3. *Elaboración de probetas.*

Se emplearon los siguientes materiales.

- Moldes plásticos de tamaño estándar de 4 in. (10.16 cm) de diámetro y 8 pulgadas de altura (20.32 cm).
- Varilla metálica para nivelar la superficie.
- Mezcladora para concreto.



Figura 18. Mezcladora y cemento usados. Fuente: Elaboración propia



Figura 19. Moldes plásticos utilizados y probetas de concreto permeable compactado. Fuente: Elaboración propia.

2.4.6.4. Ensayo para determinar la resistencia a la compresión.

El ensayo de resistencia a la compresión se realizó mediante ASTM C 39/39M, NTP 339.034. Se contó con agregados de tamaño nominal de 1/2" y 3/4", con una energía de compactación adecuada de número de golpes en 4 capas. En el Tabla N°8 se indica la cantidad de muestras y la distribución de las probetas por tipo de diseño que fue realizado.

Tabla N°8. Número de muestras para el ensayo de resistencia a la compresión.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
DISEÑO		NÚMERO DE DÍAS		
		7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
SIN TIRAS	CURVA NATURAL	3 Probetas	3 Probetas	3 Probetas
	HUSO N° 8	3 Probetas	3 Probetas	3 Probetas
CON TIRAS	0.05%	3 Probetas	3 Probetas	3 Probetas
	0.10%	3 Probetas	3 Probetas	3 Probetas
	0.15%	3 Probetas	3 Probetas	3 Probetas
TOTAL		45 probetas de concreto permeable.		

Fuente: Elaboración propia.

Se procedió a sumergir las probetas en la poza de curado, para los 7, 14 y 28 días planteados desde el principio, para este proceso se emplearon las condiciones estándar de $2+3^{\circ}\text{C}$ (no fue saturada en cal tratando de simular las condiciones reales a las que sería sometido el concreto al emplearse en una situación real).



Figura 20. Proceso de inmersión para curado de las probetas de concreto. Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se usó la prensa hidráulica para rotura de probetas con las muestras a cada 7, 14 y 28 días, tanto con tiras como sin tiras, para poder obtener cada uno de los resultados y poder analizarlos.

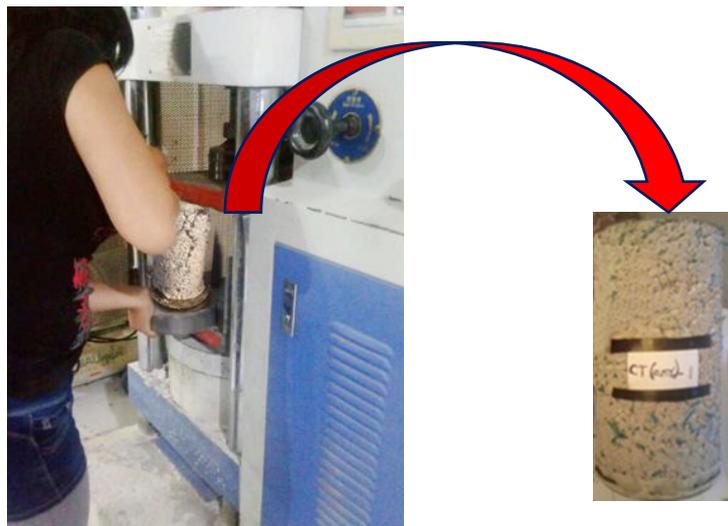


Figura 21. Proceso de rotura de probeta y probeta antes de ser ensayada. Fuente: Elaboración propia.

2.4.6.5. Ensayos para determinar el coeficiente de permeabilidad del concreto permeable.

El ensayo de permeabilidad se realizó siguiendo la ASTM – C0949 y la ACI – 522R10, ya que estas normas dan como sugerencia el tamaño de las probetas, necesarios para obtener resultados favorables (10cm x 15cm) y el coeficiente requerido se obtuvo mediante la Ley de Darcy.

Tabla N°9. Número de muestras para el ensayo de permeabilidad.

ENSAYO PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD		
SIN TIRAS	CURVA NATURAL	3 muestra
	HUSO N° 8	3 muestra
CON TIRAS	0.05%	3 muestra
	0.10%	3 muestra
	0.15%	3 muestra
TOTAL		15 testigos de concreto permeable.

Fuente: Elaboración propia.

2.4.6.5.1. Instrumentos y Procedimiento.

Los equipos necesarios para la realización de este ensayo son:

- Permeámetro de carga variable elaborado según ACI 522R
- Cortadora de concreto de disco.
- Cronómetro.

Se procede a elaborar el permeámetro, según vemos en la figura N° 22. El Permeámetro de carga variable fue construido en función de las recomendaciones indicadas por el ACI 522R-10, el cual está basado en el equipo original elaborado por Neithenath en su reporte “*Develoment and characterization of acoustially efficient cementitious materials*”. Este equipo ayudará a medir el coeficiente de permeabilidad, mediante las lecturas de la variación de la cabeza de presión de agua en el tiempo a través de la estructura del concreto permeable. La forma del permeámetro, ayuda a eliminar posibles errores que pueden presentarse al calcular la caída de presión, por tal motivo el tubo de drenaje deberá llegar hasta la base de la probeta. De estar en un nivel inferior la presión de salida estaría afectada también por la estructura interna de la muestra.



Figura 29. Elaboración del permeámetro de carga variable (ACI 522). Fuente: Elaboración propia.

Se procede a cortar las briquetas de concreto a la medida necesaria (10cm x 15cm).



Figura 23. Proceso de corte de briqueta. Fuente: Elaboración propia

Se emplea el permeámetro para poder calcular la caída de cabeza, se buscó impermeabilizar la briqueta cortada para no permitir que el agua vaya a brotar por los costados, luego se echó el agua en la probeta graduada y ello hace que llene tanto la tubería de drenaje.

Al estar colocada la briqueta como en la Figura 24, se permite que el agua pueda drenar por fuera, recorriendo por la tubería y evitando vacíos de aire (especimen saturado), para poder llegar a acomodar el nivel que se puede observar en la probeta

graduada y se constate que tenga el mismo nivel que el que se encuentre superior a la tubería de drenaje.

Al tener cerrada la válvula, la probeta graduada se llenó de agua, posteriormente se abrió la válvula para poder anotar el tiempo (seg.) en el que el agua pueda caer a ambas alturas (cabeza inicial y final).



Figura 24. Permeámetro listo para ser usado. Fuente: Elaboración propia

2.4.6.6. Ensayo para determinar el contenido de vacíos del concreto permeable.

Con este ensayo se buscó determinar el porcentaje de vacíos que contenga nuestro concreto permeable, así como también su densidad en estado endurecido.

Se buscó calcular el volumen de los sólidos presentes en las probetas, para ello, se procedió a triturar el testigo de concreto permeable, luego, a través del volumen desalojado hallado y desplazamiento (básicos en mecánica de fluidos), se puede encontrar el volumen que contengan los sólidos sumergidos, ya que son irregulares. En el **Tabla N°10** se indica la cantidad de muestras y la distribución de las probetas por tipo de diseño que fue realizado.

Tabla N°10. Número de muestras para el ensayo de porcentaje de vacíos.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
SIN TIRAS	CURVA NATURAL	3 muestra
	HUSO N° 8	3 muestra
CON TIRAS	0.05%	3 muestra
	0.10%	3 muestra
	0.15%	3 muestra
TOTAL	15 testigos de concreto permeable.	

Fuente: Elaboración propia.

2.4.6.6.1. Instrumentos y Procedimiento.

Antes, se debe tener en cuenta que, el ACI 522-R decidió establecer los métodos empleados como ensayos bajo norma.

Los equipos necesarios para la realización de este ensayo son:

- Termómetro.
- Vernier o pie de rey.
- Balanza hidrostática calibrada.
- Balde

Se realizaron las mediciones y pesos pertinentes, así como también se verificó la temperatura del agua.



Figura 25. Medición usando el pie de rey (vernier) y medición de temperatura del agua con el termómetro. Fuente: Elaboración propia.



Figura 26. Secado y pesado del testigo. Fuente: Elaboración propia.

Luego, se buscó obtener la condición “Saturado Superficialmente” en la briqueta de concreto y se registró las medidas de los volúmenes finales.



Figura 27. Saturación del testigo de concreto permeable. Fuente: Elaboración propia

2.4.7. Aspectos éticos.

Ávila habla sobre los aspectos éticos en el método cualitativo (método que vamos a emplear), menciona que:

Como estudio de la moral, la ética es, ante todo, filosofía práctica cuya tarea no es precisamente resolver conflictos, pero sí plantearlos. Ni la teoría de la justicia ni la ética comunicativa indican un camino seguro hacia la sociedad bien ordenada o la comunidad ideal del diálogo que postulan. Y es precisamente ese largo trecho que queda por recorrer y en el que demanda una urgente y constante reflexión ética. (2011, p.53).

Como futuros ingenieros civiles debemos entender que, al estar realizando esta investigación científica, debemos de tener una buena conducta ética, muchas veces hay complicaciones en cuánto a la conducta ética en el método cualitativo, para el cual muchos de sus aspectos son aplicables en la forma que se use, aun así, la ética debe estar siempre presente.

III. RESULTADOS:

3.1. Granulometría.

Tabla N°11. Resultados del ensayo de granulometría

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA HUSO ASTM
(Pulg)	(mm)				
3/8"	9,5	0,0	0,0	100,0	100,0
N°4	4,75	0,0	0,0	100,0	95 - 100
N°8	2,38	17,5	17,5	82,5	80 - 100
N°16	1,19	21,0	38,5	61,5	50 - 85
N°30	0,6	19,5	58,0	42,0	25 - 60
N°50	0,3	17,5	75,5	24,5	5 - 30
N°100	0,15	14,8	90,3	9,7	0 - 10
FONDO		9,7	100,0	0,0	

Fuente: Elaboración propia.

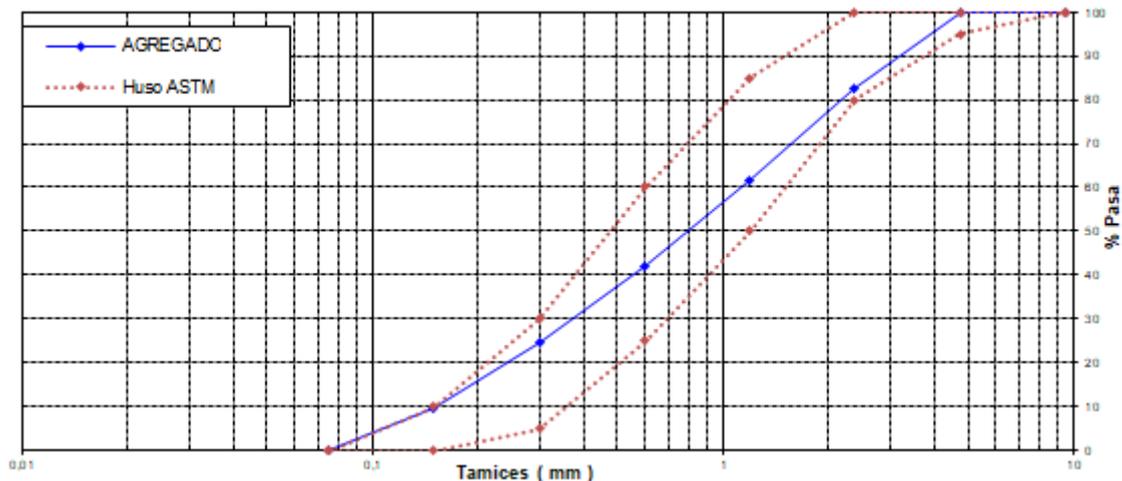


Figura 27. Curva relativa al porcentaje de vacíos en estado fresco del concreto permeable.

Interpretación: Se pudo determinar que el suelo está compuesto de grava bien graduada (GW), también presenta cierto predominio de un tamaño, faltando algunos intermedios, es de color de agregado de río y tiene muy poco de humedad, no es plástico.

La grava de la cantera Huancapampa, ubicada en Recuay – Ancash a ser analizada, una grava que se encuentra completamente desgastada por la erosión el agua o totalmente formadas por fricción, en pocas palabras se puede decir que fueron talladas por la misma naturaleza, por ende, su dureza llega a ser mayor que la piedra chancada artificialmente, es bastante trabajable y se puede conseguir un diseño de mezcla que nos resulte una adecuada resistencia a la compresión. Peso unitario del concreto fresco del concreto permeable.

3.2. Peso Unitario.

El peso unitario tiene mucho que ver con el porcentaje de vacíos. Es un primer indicador del contenido de vacíos y la permeabilidad del concreto permeable, además tiene relación directa, en menor medida, con la resistencia a la compresión y el módulo elástico del concreto.

Para poder calcular el peso unitario, se va a trabajar con la siguiente fórmula.

$$\text{Peso Unitario del concreto} = \frac{\text{Masa de concreto} + \text{Masa de la Olla Washington}}{\text{Volúmen de la olla Washington}}$$

Tabla N°11. *Peso unitario del concreto permeable con 0.00% de tiras en su estado fresco (granulometría normalizada).*

DATOS	ST(0.00%)		
Masa concreto + masa olla Washington	16.93 kg	16.83 kg	17.08 kg
Masa olla Washington	3.47 kg	3.47 kg	3.47 kg
Volumen olla Washington	0.007 m ³	0.007 m ³	0.007 m ³
RESULTADO	ST(0.00%)		
Peso unitario concreto	1922 kg/m ³	1908 kg/m ³	1944 kg/m ³
PROMEDIO PESO UNITARIO CONCRETO	1925 Kg/m³		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°12. *Peso unitario del concreto permeable con 0.05% de tiras en su estado fresco (granulometría normalizada).*

DATOS	CT(0.05%)		
Masa concreto + masa olla Washington	16.85 kg	17.01 kg	17.12 kg
Masa olla Washington	3.47 kg	3.47 kg	3.47 kg
Volumen olla Washington	0.007 m ³	0.007 m ³	0.007 m ³
RESULTADO	CT(0.05%)		
Peso unitario concreto	1911 kg/m ³	1934 kg/m ³	1949 kg/m ³
PROMEDIO PESO UNITARIO CONCRETO	1932 Kg/m³		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°13. *Peso unitario del concreto permeable con 0.10% de tiras en su estado fresco (granulometría normalizada).*

DATOS	CT(0.10%)		
Masa concreto + masa olla Washington	17.16 kg	16.90 kg	16.93 kg
Masa olla Washington	3.47 kg	3.47 kg	3.47 kg
Volumen olla Washington	0.007 m ³	0.007 m ³	0.007 m ³
RESULTADO	CT(0.10%)		
Peso unitario concreto	1955 kg/m ³	1918 kg/m ³	1923 kg/m ³
PROMEDIO PESO UNITARIO CONCRETO	1932 Kg/m³		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°14. *Peso unitario del concreto permeable con 0.15% de tiras en su estado fresco (granulometría normalizada).*

DATOS	CT(0.15%)		
Masa concreto + masa olla Washington	16.98 kg	17.13 kg	17.24 kg
Masa olla Washington	3.47 kg	3.47 kg	3.47 kg
Volumen olla Washington	0.007 m ³	0.007 m ³	0.007 m ³
RESULTADO	CT(0.15%)		
Peso unitario concreto	1930 kg/m ³	1951 kg/m ³	1967 kg/m ³
PROMEDIO PESO UNITARIO CONCRETO	1950 Kg/m³		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°15. *Peso unitario del concreto permeable en su estado fresco (curva natural).*

DATOS	CN(0.00%)		
Masa concreto + masa olla Washington	15.56 kg	15.82 kg	15.64 kg
Masa olla Washington	3.47 kg	3.47 kg	3.47 kg
Volumen olla Washington	0.007 m ³	0.007 m ³	0.007 m ³
RESULTADO	CN(0.00%)		
Peso unitario concreto	1726 kg/m ³	1764 kg/m ³	1739 kg/m ³
PROMEDIO PESO UNITARIO CONCRETO	1743 Kg/m³		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°16. Resumen de los pesos unitarios del concreto permeable en su estado fresco.

TAMAÑO AGREGADO GRUESO	CÓDIGO	PESO UNITARIO	
		Peso Unitario	Promedio de peso unitario
HUSO 08	ST-A	1922	1925
	ST-B	1908	
	ST-C	1944	
	CT(0.05%)-A	1911	1932
	CT(0.05%)-B	1934	
	CT(0.05%)-C	1949	
	CT(0.10%)-A	1955	1932
	CT(0.10%)-B	1918	
	CT(0.10%)-C	1923	
	CT(0.15%)-A	1930	1950
	CT(0.15%)-B	1951	
	CT(0.15%)-C	1967	
HUSO 57	CN-A	1726	1743
	CN-B	1764	
	CN-C	1739	

Fuente: Elaboración propia.

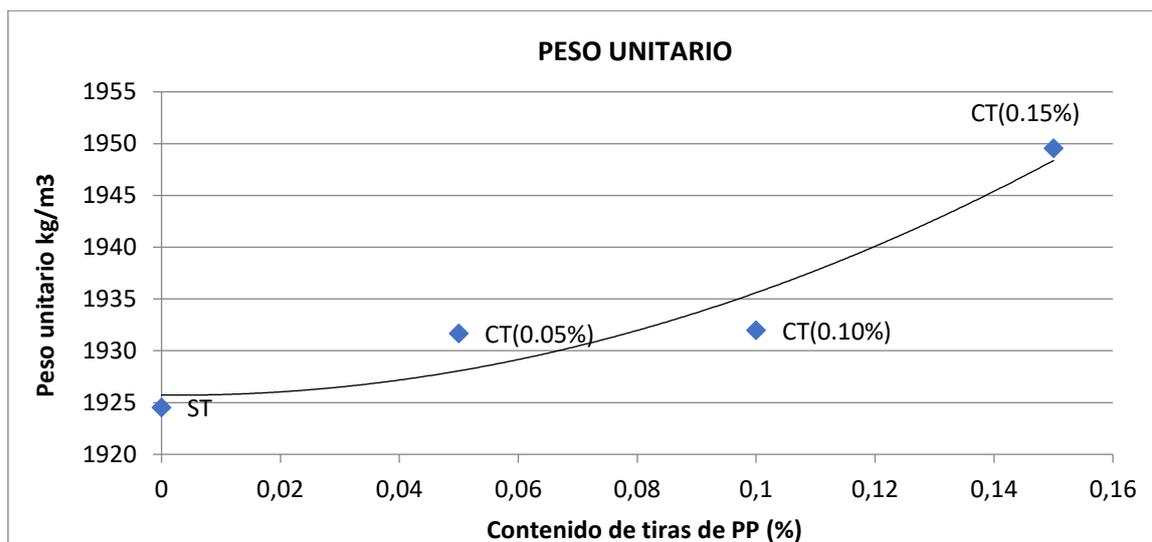


Figura 28. Curva relativa a la Porcentaje de vacíos en estado fresco del concreto permeable.

Determinados en la olla de Washington, siguiendo lo indicado en la ASTM C1688, se muestran los resultados obtenidos:

Tabla N°17. *Contenido de vacíos del concreto permeable (Huso 8), con 0% de tiras.*

DATOS	ST (0.00%)		
Masa total de todos los materiales de la mezcla	1993.01 kg	1993.01 kg	1993.01 kg
El volumen absoluto de cada ingrediente	0.85 m ³	0.85 m ³	0.85 m ³
Densidad teórica del concreto	2343 kg/m ³	2343 kg/m ³	2343 kg/m ³
Peso unitario del concreto	1922 kg/m ³	1908 kg/m ³	1944 kg/m ³
RESULTADOS	ST (0.00%)		
Porcentaje de vacíos en estado fresco	17.95 %	18.56 %	17.03 %
PROMEDIO DE % DE VACÍOS	17.84 %		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°18. *Contenido de vacíos del concreto permeable (Huso 8), con 0.05% de tiras.*

DATOS	CT (0.05%)		
Masa total de todos los materiales de la mezcla	1993.01 kg	1993.01 kg	1993.01 kg
El volumen absoluto de cada ingrediente	0.85 m ³	0.85 m ³	0.85 m ³
Densidad teórica del concreto	2343 kg/m ³	2343 kg/m ³	2343 kg/m ³
Peso unitario del concreto	1911 kg/m ³	1934 kg/m ³	1949 kg/m ³
RESULTADOS	CT (0.05%)		
Porcentaje de vacíos en estado fresco	18.40 %	17.43 %	16.79 %
PROMEDIO DE % DE VACÍOS	17.54 %		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°19. *Contenido de vacíos del concreto permeable (Huso 8), con 0.10% de tiras.*

DATOS	CT (0.10%)		
Masa total de todos los materiales de la mezcla	1993.01 kg	1993.01 kg	1993.01 kg
El volumen absoluto de cada ingrediente	0.85 m ³	0.85 m ³	0.85 m ³
Densidad teórica del concreto	2343 kg/m ³	2343 kg/m ³	2343 kg/m ³
Peso unitario del concreto	1955 kg/m ³	1918 kg/m ³	1923 kg/m ³
RESULTADOS	CT (0.10%)		
Porcentaje de vacíos en estado fresco	16.54 %	18.11 %	17.93 %
PROMEDIO DE % DE VACÍOS	17.53 %		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°20.

Contenido de vacíos del concreto permeable (Huso 8), con 0.15% de tiras.

DATOS	CT (0.15%)		
Masa total de todos los materiales de la mezcla	1993.01 kg	1993.01 kg	1993.01 kg
El volumen absoluto de cada	0.85 m ³	0.85 m ³	0.85 m ³
Densidad teórica del concreto	2343 kg/m ³	2343 kg/m ³	2343 kg/m ³
Peso unitario del concreto	1930 kg/m ³	1951 kg/m ³	1967 kg/m ³
RESULTADOS	CT (0.15%)		
Porcentaje de vacíos en estado fresco	17.60 %	16.70 %	16.03 %
PROMEDIO DE % DE VACÍOS	16.78 %		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°21. *Contenido de vacíos del concreto permeable Curva natural (Huso 57).*

DATOS	CN		
Masa total de todos los materiales de la mezcla	1993.01 kg	1993.01 kg	1993.01 kg
El volumen absoluto de cada	0.85 m ³	0.85 m ³	0.85 m ³
Densidad teórica del concreto	2343 kg/m ³	2343 kg/m ³	2343 kg/m ³
Peso unitario del concreto	1726 kg/m ³	1764 kg/m ³	1739 kg/m ³
RESULTADOS	CN		
Porcentaje de vacíos en estado fresco	27.96 %	26.38 %	27.45 %
PROMEDIO DE % DE VACÍOS	27.26 %		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°22. Resumen de los contenidos de vacíos del concreto permeable en su estado fresco.

TAMAÑO AGREGADO GRUESO	CÓDIGO	% Vacíos en estado fresco	
		% Vacíos	Promedio de % Vacíos
HUSO 08	ST-1	17.95	17.84
	ST-2	18.56	
	ST-3	17.03	
	CT(0.05%)-1	18.40	17.54
	CT(0.05%)-2	17.43	
	CT(0.05%)-3	16.79	
	CT(0.10%)-1	16.54	17.53
	CT(0.10%)-2	18.11	
	CT(0.10%)-3	17.93	
	CT(0.15%)-1	17.60	16.78
	CT(0.15%)-2	16.70	
	CT(0.15%)-3	16.03	
HUSO 57	CN-1	27.96	27.26
	CN-2	26.38	
	CN-3	27.45	

Fuente: Elaboración propia.

22

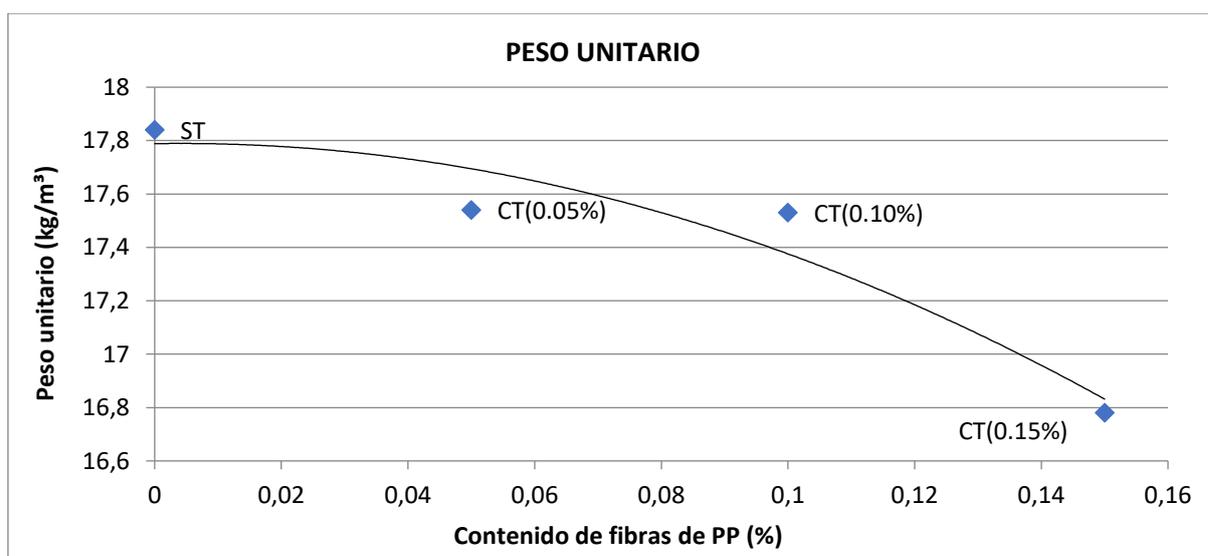


Figura 29. Curva relativa a la tabla N° 22. Fuente: Elaboración propia.

3.3. Ensayos de concreto en estado endurecido.

3.3.1. Porcentaje de vacíos en estado endurecido del concreto permeable.

La metodología aplicada fue la de pesos sumergidos, explicada en el capítulo anterior, al tener como muestra un concreto poroso, se tomó en cuenta el error que ocasionarían los vacíos de las briquetas.

Para encontrar el Porcentaje de vacíos emplearemos la fórmula siguiente:

$$\% \text{ vacíos} = ((V_t - V_c) * 100) / V_t$$

$$\text{En la cual: } V_t = (\pi \times D^2) \times h / 4 \text{ y } V_x = V_f - V_i$$

Donde:

V_t = Volúmen de la briketa con espacios vacíos

V_c = Volúmen de la briketa sin espacios vacíos

D = Promedio del diámetro de la briketa

h = Altura de la briketa

Tabla N°23. Espacios vacíos generados por desplazamiento del volumen, Huso 8 con 0.00% de tiras.

DATOS DESPLAZAMIENTO DE VOLUMEN	SIN TIRAS		
	Volumen inicial	2200.00 ml	2200.00 ml
Volumen final	3760.00 ml	3750.00 ml	3755.00 ml
DATOS DE UNA BRIQUETA	SIN TIRAS		
Diámetro superior de la briketa	10.92 cm	10.92 cm	10.92 cm
Diámetro inferior de la briketa	10.88 cm	10.91 cm	21.82 cm
Promedio del diámetro de la briketa	10.90 cm	10.91 cm	10.97 cm
Altura de la briketa	20.10 cm	20.10 cm	20.10 cm
RESULTADO	SIN TIRAS		
Volumen de la briketa sin espacios	1560.00 cm ³	1550.00 cm ³	1555.00 cm ³
Volumen de la briketa con espacios	1874.73 cm ³	1879.90 cm ³	1899.76 cm ³
% Vacíos	16.79 %	17.55 %	18.15 %

Promedio de % de vacíos	17.49
--------------------------------	--------------

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°24. Espacios vacíos generados por desplazamiento del volumen, Huso 8 con 0.05% de tiras.

DATOS DESPLAZAMIENTO DE VOLUMEN	CON TIRAS AL 0.05%		
Volumen inicial	2200.00 ml	2200.00 ml	2200.00 ml
Volumen final	3785.00 ml	3760.00 ml	3770.00 ml
DATOS DE UNA BRIQUETA	CON TIRAS AL 0.05%		
Diámetro superior de la briqueta	11.00 cm	10.97 cm	10.93 cm
Diámetro inferior de la briqueta	10.99 cm	10.98 cm	10.91 cm
Promedio del diámetro de la briqueta	11.00 cm	10.98 cm	10.92 cm
Altura de la briqueta	20.00 cm	20.00 cm	20.20 cm
RESULTADO	CON TIRAS AL 0.05%		
Volumen de la briqueta sin espacios vacíos	1585.00 cm ³	1560.00 cm ³	1570.00 cm ³
Volumen de la briqueta con espacios vacíos	1898.93 cm ³	1892.03 cm ³	1890.98 cm ³
% Vacíos	16.53 %	17.55 %	16.97 %
Promedio de % de vacíos	17.02%		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°25. Espacios vacíos generados por desplazamiento del volumen, Huso 8 con 0.10% de tiras.

DATOS DESPLAZAMIENTO DE VOLUMEN	CON TIRAS AL 0.10%		
Volumen inicial	2200.00 ml	2200.00 ml	2200.00 ml
Volumen final	3760.00 ml	3770.00 ml	3790.00 ml
DATOS DE UNA BRIQUETA	CON TIRAS AL 0.10%		
Diámetro superior de la briqueta	10.97 cm	10.93 cm	10.95 cm
Diámetro inferior de la briqueta	10.98 cm	10.89 cm	10.96 cm
Promedio del diámetro de la briqueta	10.98 cm	10.91 cm	10.96 cm
Altura de la briqueta	20.00 cm	20.20 cm	20.20 cm
RESULTADO	CON TIRAS AL 0.10%		
Volumen de la briqueta sin espacios vacíos	1560.00	1570.00 cm ³	1590.00 cm ³
Volumen de la briqueta con espacios vacíos	1892.03	1888.38 cm ³	1903.99 cm ³
% Vacíos	17.55 %	16.86 %	16.49 %

Promedio de % de vacíos	16.97 %
--------------------------------	----------------

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°26. Espacios vacíos generados por desplazamiento del volumen, Huso 8 con 0.15% de tiras.

DATOS DESPLAZAMIENTO DE VOLUMEN	CON TIRAS AL 0.15%		
Volumen inicial	2200.00 ml	2200.00 ml	2200.00 ml
Volumen final	3765.00 ml	3760.00 ml	3800.00 ml
DATOS DE UNA BRIQUETA	CON TIRAS AL 0.15%		
Diámetro superior de la briqueta	10.93 cm	10.85 cm	10.88 cm
Diámetro inferior de la briqueta	10.86 cm	10.85 cm	10.90 cm
Promedio del diámetro de la briqueta	10.90 cm	10.85 cm	10.89 cm
Altura de la briqueta	20.00 cm	20.10 cm	20.20 cm
RESULTADO	CON TIRAS AL 0.15%		
Volumen de la briqueta sin espacios vacíos	1565.00	1560.00	1600.00
Volumen de la briqueta con espacios vacíos	1864.55	1857.57	1880.60
% Vacíos	16.07 %	16.02 %	14.92 %
Promedio de % de vacíos	15.67 %		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°27. Espacios vacíos generados por desplazamiento del volumen, Huso 8 con 0.10% de tiras.

DATOS DESPLAZAMIENTO DE VOLUMEN	CURVA NATURAL		
Volumen inicial	2000.00	2000.00 ml	2000.00 ml
Volumen final	3390.00	3400.00 ml	3440.00 ml
DATOS DE UNA BRIQUETA	CN		
Diámetro superior de la briqueta	10.82 cm	11.04 cm	11.06 cm
Diámetro inferior de la briqueta	11.04 cm	11.01 cm	10.97 cm
Promedio del diámetro de la briqueta	10.93 cm	11.03 cm	11.02 cm
Altura de la briqueta	20.20 cm	20.20 cm	20.30 cm
RESULTADO	CN		
Volumen de la briqueta sin espacios vacíos	1390.00	1400.00 cm ³	1440.00 cm ³
Volumen de la briqueta con espacios vacíos	1895.31	1928.40 cm ³	1934.44 cm ³
% Vacíos	26.66 %	27.40 %	25.56 %
Promedio de % de vacíos	26.54%		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°28. Resumen general porcentaje de vacíos.

TAMAÑO AGREGADO GRUESO	CÓDIGO	% Vacíos	
		% Vacíos	Promedio de % Vacíos
HUSO 08	ST-1	16.79	17.49
	ST-2	17.55	
	ST-3	18.15	
	CT(0.05%)-1	16.53	17.02
	CT(0.05%)-2	17.55	
	CT(0.05%)-3	16.97	
	CT(0.10%)-1	17.55	16.97
	CT(0.10%)-2	16.86	
	CT(0.10%)-3	16.49	
	CT(0.15%)-1	16.07	15.67
	CT(0.15%)-2	16.02	
	CT(0.15%)-3	14.92	
HUSO 57	CN-1	26.66	26.54
	CN-2	27.40	
	CN-3	25.56	

Fuente: Elaboración propia.

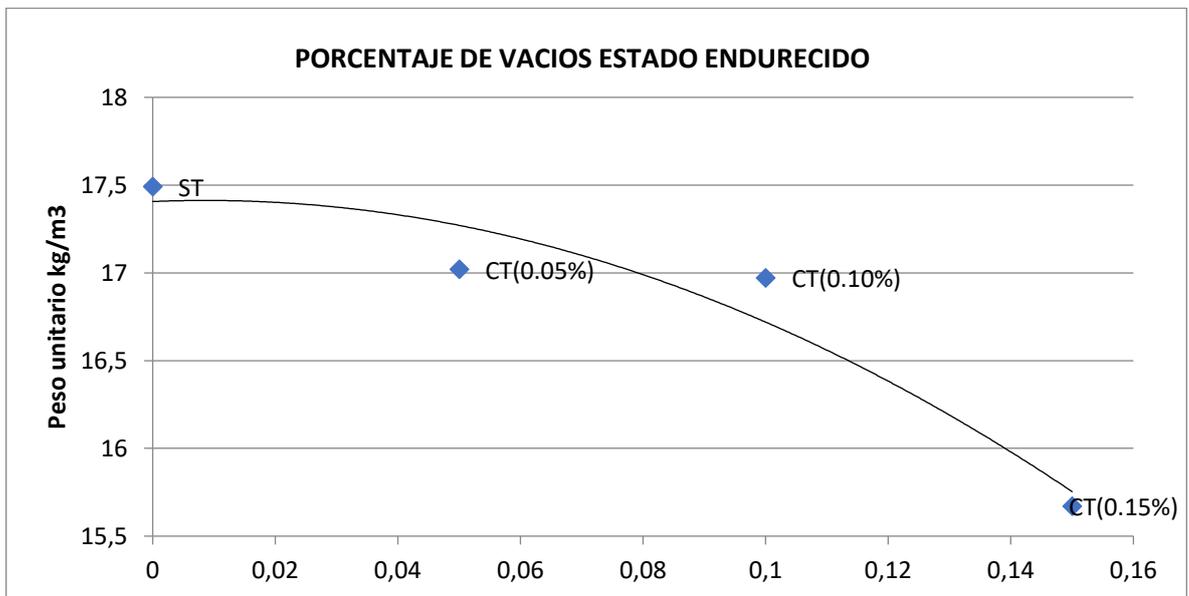


Figura 30. Curva relativa al Cuadro 28 (porcentaje de vacíos del concreto permeable en estado endurecido). Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°29. Resumen de ensayo de contenido de vacíos del concreto permeable (estado fresco y endurecido).

TAMAÑO AGREGADO GRUESO	CÓDIGO	% Vacíos	
		En estado fresco	En estado endurecido
HUSO 08	ST-1	17.95	16.79
	ST-2	18.56	17.55
	ST-3	17.03	18.15
	CT(0.05%)-1	18.40	16.53
	CT(0.05%)-2	17.43	17.55
	CT(0.05%)-3	16.79	16.97
	CT(0.10%)-1	16.54	17.55
	CT(0.10%)-2	18.11	16.86
	CT(0.10%)-3	17.93	16.49
	CT(0.15%)-1	17.60	16.07
	CT(0.15%)-2	16.70	16.02
	CT(0.15%)-3	16.03	14.92
HUSO 57	CN-1	27.96	26.66
	CN-2	26.38	27.40
	CN-3	27.45	25.56

Fuente: Elaboración propia.

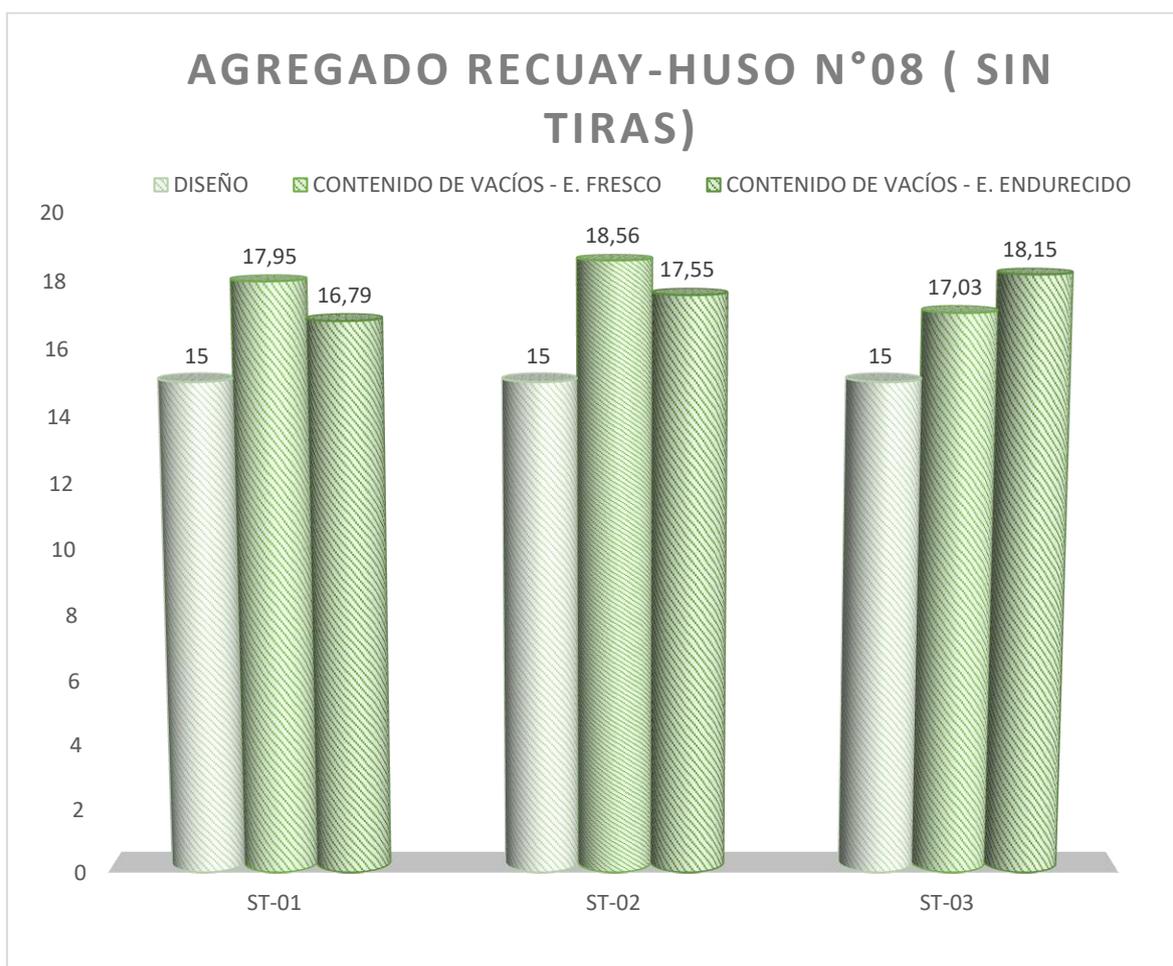


Figura 31. Diagrama de barras donde se compara los resultados de contenido de vacíos obtenidos para una incorporación de 0.00% de tiras de polipropileno. (porcentaje de vacíos del concreto permeable). Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Se nota una variación del contenido de vacíos de diseño con el contenido de vacíos en estado endurecido de aproximadamente 2.5%, esto puede explicarse debido a la granulometría usada, El Huso N°8 al tener menor tamaño incorpora cantidades de vacíos de menor tamaño pero en mayor cantidad que los otros husos granulométricos. Esta diferencia se aprecia en mayor medida con el contenido de vacíos en estado fresco; al endurecerse, el concreto disminuye la cantidad de vacíos debido a la reacciones de hidratación.

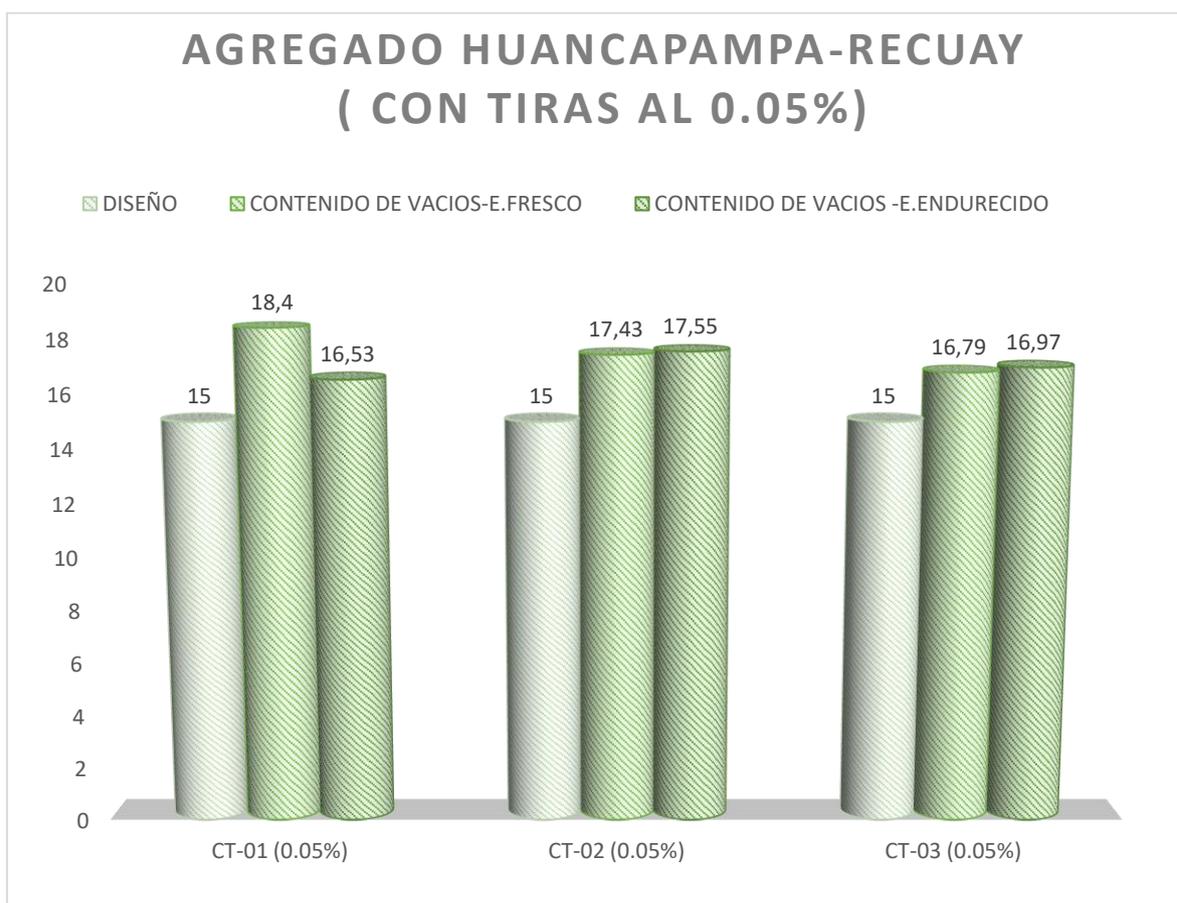


Figura 32. Diagrama de barras donde se compara los resultados de contenido de vacíos obtenidos para una incorporación de 0.05% de tiras de polipropileno. (porcentaje de vacíos del concreto permeable). Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Continúa con la tendencia del caso anterior, esta vez la diferencia entre el contenido de vacíos de diseño y en estado endurecido es de 2%, además se observa la disminución en la variación del contenido de vacíos en estado fresco y en estado endurecido, esto se puede explicar debido a la adición de tiras de polipropileno que aumentan la densidad del concreto y confinan la distribución de los componentes del concreto permeable.

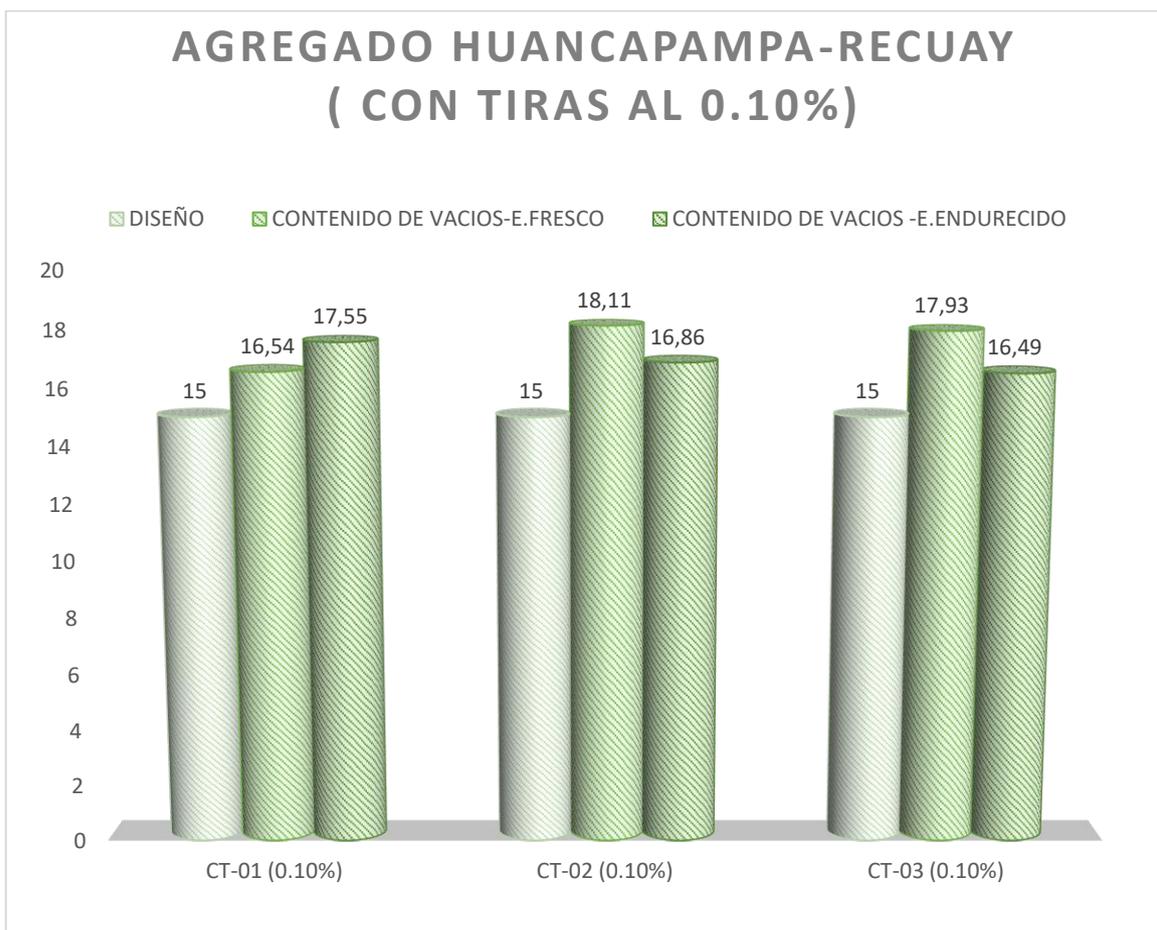


Figura 33. Diagrama de barras donde se compara los resultados de contenido de vacíos obtenidos para una incorporación de 010% de tiras de polipropileno. (porcentaje de vacíos del concreto permeable). Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Continúa con la tendencia del caso anterior, esta vez la diferencia entre el contenido de vacíos de diseño y en estado endurecido es de 2% aproximadamente, además se observa la disminución en la variación del contenido de vacíos en estado fresco y en estado endurecido, esto se puede explicar debido a la adición de tiras de polipropileno, del 0.10% en este caso, que al ser una dosis mayor a la anterior, aumenta la densidad del concreto y confinan en mayor medida la distribución de los componentes del concreto permeable. En este caso la variación es mayor que la anterior, confirmando los resultados de resistencia a la compresión donde se determina que el contenido óptimo de adición de tiras de polipropileno es de 0.05%.

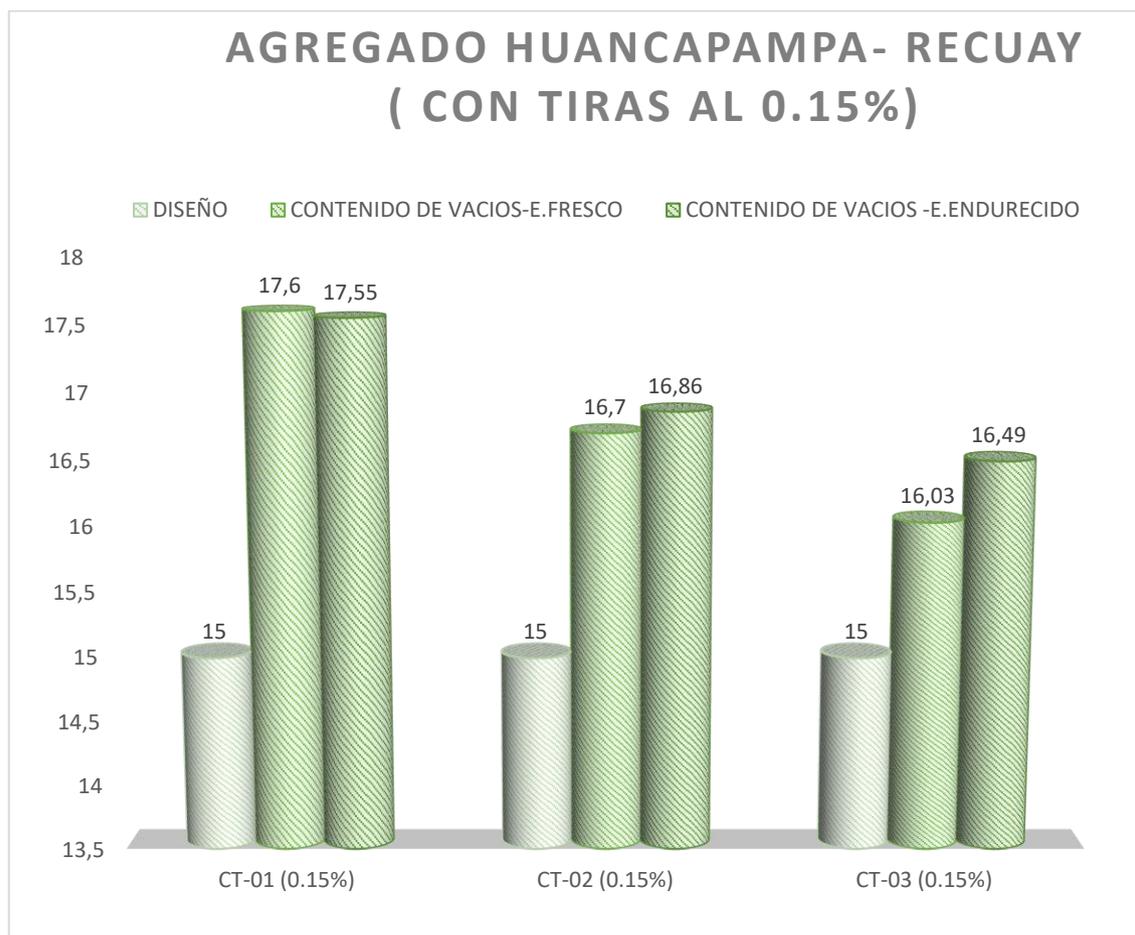


Figura 34. Diagrama de barras donde se compara los resultados de contenido de vacíos obtenidos para una incorporación de 0.15% de tiras de polipropileno. (porcentaje de vacíos del concreto permeable). Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Continúa con la tendencia del caso anterior, esta vez la diferencia entre el contenido de vacíos de diseño y en estado endurecido es de 2% aproximadamente, además se observa la disminución en la variación del contenido de vacíos en estado fresco y en estado endurecido, esto se puede explicar debido a la adición de tiras de polipropileno, del 0.15% en este caso que, al ser una dosis mayor a la anterior, aumenta la densidad del concreto. En este caso la variación es similar que la anterior, confirmando los resultados de resistencia a la compresión donde se determina que el contenido óptimo de adición de tiras de polipropileno es de 0.05%.

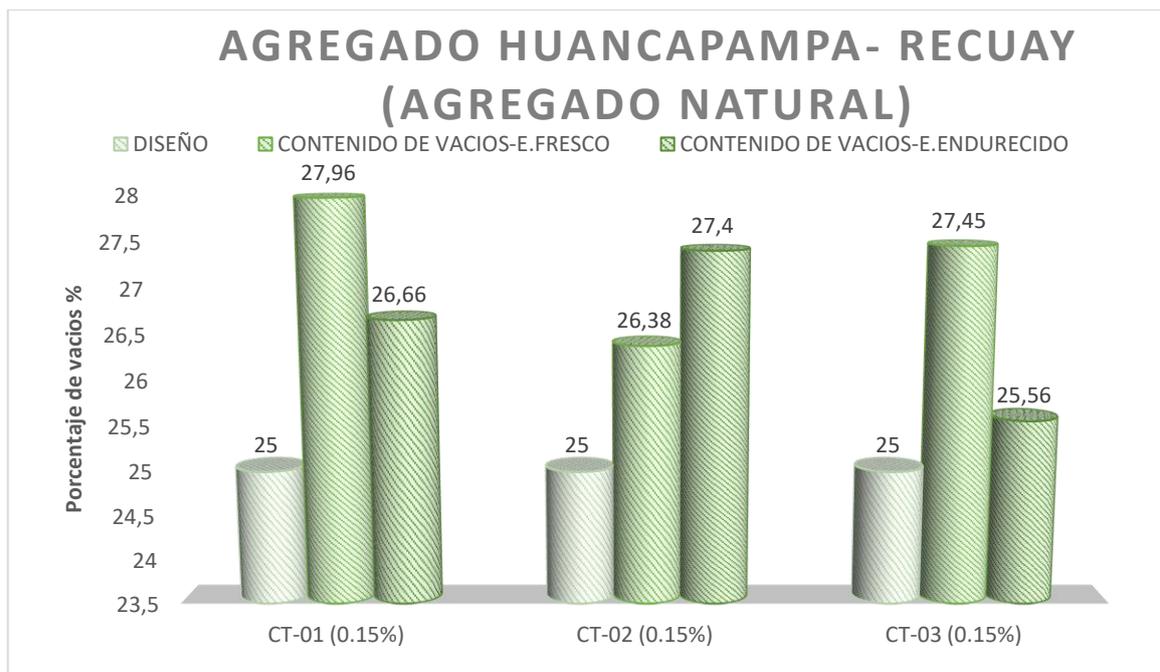


Figura 35. Diagrama de barras donde se compara los resultados de contenido de vacíos obtenidos para el agregado natural (Huso 57) (porcentaje de vacíos del concreto permeable). Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Se nota una variación del contenido de vacíos de diseño con el contenido de vacíos en estado endurecido de aproximadamente 1.5%, esto puede explicarse debido a la granulometría usada, El Huso N°57, a diferencia del huso N°8, incorpora cantidades de vacíos de mayor tamaño, pero en menor cantidad. Esta diferencia se aprecia en mayor medida con el contenido de vacíos en estado fresco, al endurecerse el concreto disminuye la cantidad de vacíos debido a las reacciones de hidratación.

Tabla N°30. Valor que difiere entre los vacíos en estado fresco y endurecido

TAMAÑO DE AGREGADO GRUESO	CODIGO	PORCENTAJE DE VACÍOS (%)			DIFERENCIAS			
		DISEÑO	Contenido de vacíos en estado fresco	Contenido de vacíos en estado endurecido	Vacíos en est. Fresco/Vacíos en est. Endurecido		Vacíos de Diseño/Vacíos en est. Endurecido	
HUSO 57	CN-1	25	27.96	26.66	1.30	0.72	1.66	1.54
	CN-2	25	26.38	27.40	-		2.40	
	CN-3	25	27.45	25.56	1.89		0.56	

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Coeficiente de permeabilidad del concreto permeable.

Primero se debe tener en cuenta que el coeficiente de permeabilidad de un concreto permeable, tiene usualmente un rango de 0.14cm/s a 1.22cm/s. En el presente análisis de resultados se van a mostrar.

- Obtención y muestra de los resultados del ensayo de laboratorio de permeabilidad (coeficiente de permeabilidad).
- Comparativa de resultados en función de la granulometría.
- Comparativa de resultados en función del porcentaje de incorporación de tiras de polipropileno sin tiras.
- Comparativa de resultados en función del porcentaje de incorporación de tiras de polipropileno con tiras al 0.05%, 0.10% y 0.15%.

Se verificó que los resultados de las pruebas, cumplen el requerido (mencionado anteriormente).

3.3.2.1. Coeficiente de permeabilidad con Huso N°57.

Tabla N°31. Coeficiente de permeabilidad, curva natural.

	Test.	T (s)	A (cm ²)	A (cm ²)	L (cm)	h1 (cm)	h2 (cm)	K (cm/s)	K medio (cm/s)	S
HUSO N° 57	CN-1	68.9	95.03	81.77	14.97	30	1	0.859	0.895	0.18
	CN-2	55.12	95.03	82.14	15.23	30	1	1.087		
	CN-3	80.23	95.03	82.03	15.05	30	1	0.739		

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El valor del coeficiente de permeabilidad promedio que se obtuvo para el concreto elaborado con agregado tipo redondeado de la cantera de Recuay, con Huso N° 57 (Curva Natural) es 0.895 cm/s, con una variación de 0.18 cm/s respecto a la media de los datos. Los valores individuales obtenidos se relacionan directamente con los resultados obtenidos del contenido de vacíos.

3.3.2.2. Coeficiente de permeabilidad con Huso N°8.

Tabla N°32. *Coeficiente de permeabilidad promedio (Material redondeado de la cantera Huancapampa)*

	Test.	T (s)	A (cm ²)	A (cm ²)	L (cm)	h1 (cm)	h2 (cm)	K (cm/s)	K medio (cm/s)	S
HUSO N° 8	ST-1	125.5	95.03	81.87	15.17	30	1	0.477	0.464	0.02
	ST-2	131.39	95.03	82.19	14.91	30	1	0.446		
	ST-3	127.12	95.03	82.46	15.2	30	1	0.469		
	CT (0.05%)-1	124.21	95.03	81.93	15.14	30	1	0.481	0.463	0.02
	CT (0.05%)-2	128.15	95.03	82.09	15.02	30	1	0.461		
	CT (0.05%)-3	132.94	95.03	82.3	15.09	30	1	0.446		
	CT (0.10%)-1	130.97	95.03	81.82	14.86	30	1	0.448	0.461	0.01
	CT (0.10%)-2	129.1	95.03	81.55	14.95	30	1	0.459		
	CT (0.10%)-3	124.04	95.03	81.71	14.92	30	1	0.476		
	CT (0.15%)-1	135.34	95.03	82.25	14.97	30	1	0.435	0.459	0.02
	CT (0.15%)-2	126.8	95.03	81.39	15.02	30	1	0.47		
	CT (0.15%)-3	125.52	95.03	82.52	15.15	30	1	0.473		

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El resultado del coeficiente de permeabilidad promedio para el concreto realizado mediante el agregado redondeado del huso N° 8 es 0.464cm/s (sin tiras), 0.463 cm/s (con tiras al 0.05%), 0.461 (con tiras al 0.10%), 0.459 (con tiras al 0.15%), lo cual está mostrando que la permeabilidad resultante del concreto permeable no varía según la adición de tiras. Esto puede deberse que, al incorporar tiras de polipropileno, estas disminuyen los vacíos al controlar las variaciones de dimensiones en el concreto (no necesariamente solo al cierre de vacíos al interior del concreto permeable), a su vez mantienen las conexiones capilares, dependiendo de la orientación que pueden adaptar las tiras al interior del concreto permeable, de esta forma se compensaría la disminución del coeficiente de permeabilidad por la disminución del contenido de vacíos.

Cuadro N°33. Comparación de los valores de porcentaje de vacíos vs el coeficiente de permeabilidad hallado para testigos elaborados con la gradación natural de la cantera Recuay (Huso N° 57).

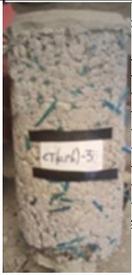
HUSO	CÓDIGO	DISEÑO	ESTADO FRESCO	ESTADO ENDURECIDO	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD K(cm/s)
HUSO N°8	ST-45 / ST-48	15	17.95	17.05	0.477
	ST-46 / ST-49	15	18.01	17.55	0.446
	ST-47 /ST-50	15	17.89	17.88	0.469
	CT (0.05%)-45/48	15	17.52	16.8	0.481
	CT (0.05%)-46/49	15	17.4	17.28	0.461
	CT (0.05%)-47/50	15	17.31	16.97	0.446
	CT (0.10%)-45/48	15	16.6	16.49	0.448

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Resistencia a la compresión.

	La probeta diseñada mediante el huso N°57, mostró una falla por fisuras. (7 días).
	La probeta diseñada mediante el huso N°57, mostró una falla por corte por ambos extremos. (14 días).

	<p>La probeta diseñada mediante el huso N°57, mostró una falla por corte. (28 días).</p>
	<p>La probeta diseñada mediante el huso N°08 sin tiras, mostró una falla por fisuras y corte. (7 días).</p>
	<p>La probeta diseñada mediante el huso N°08 sin tiras, mostró una falla por corte. (14 días).</p>
	<p>La probeta diseñada mediante el huso N°08 sin tiras, mostró una falla por corte. (28 días).</p>
	<p>La probeta diseñada mediante el huso N°08 con tiras al 0.05%, mostró una falla por fisura. (7 días).</p>
	<p>La probeta diseñada mediante el huso N°08 con tiras al 0.10%, mostró una falla por fisura y corte. (14 días).</p>

	<p>La probeta diseñada mediante el huso N°08 con tiras al 0.15%, mostró una falla por corte. (28 días).</p>
---	---

Se observa que la rotura de las probetas sin fibras de polipropileno tiene una rotura por desprendimiento de los agregados que conforman el concreto permeable. Al adicionar las fibras de polipropileno se obtiene una rotura menos frágil, las fibras toman las solicitaciones transversales de la probeta, aumentando su resistencia al impedir el desprendimiento de los agregados. No obstante, al aumentar la cantidad de tiras de polipropileno dificultan la adherencia entre los componentes del concreto permeable, haciéndolo menos resistente.

Los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión realizados a las probetas a las que se añadieron las tiras plásticas de polipropileno en los distintos porcentajes (a los 28 días), respecto al peso de su diseño se muestran en la Figura 36, Figura 37, Figura 38 y Figura 39 donde se muestra la evolución de la resistencia.

3.3.3.1. Resistencia a la compresión en curva natural (CN- Huso N°57).

Siguiendo la ASTM C33, se elaboraron las probetas de granulometría estándar (huso N° 57), las cuales como veremos en la Figura N° 36, son las que muestran los más bajos resultados de resistencia a la compresión.

Por otra parte, la ACI 2113R-02 (Guía de proporciones para diseños de mezcla de concretos con bajo revenimiento), no recomienda la granulometría estándar, lo cual significa que la figura N° 36 es una ratificación de aquello.

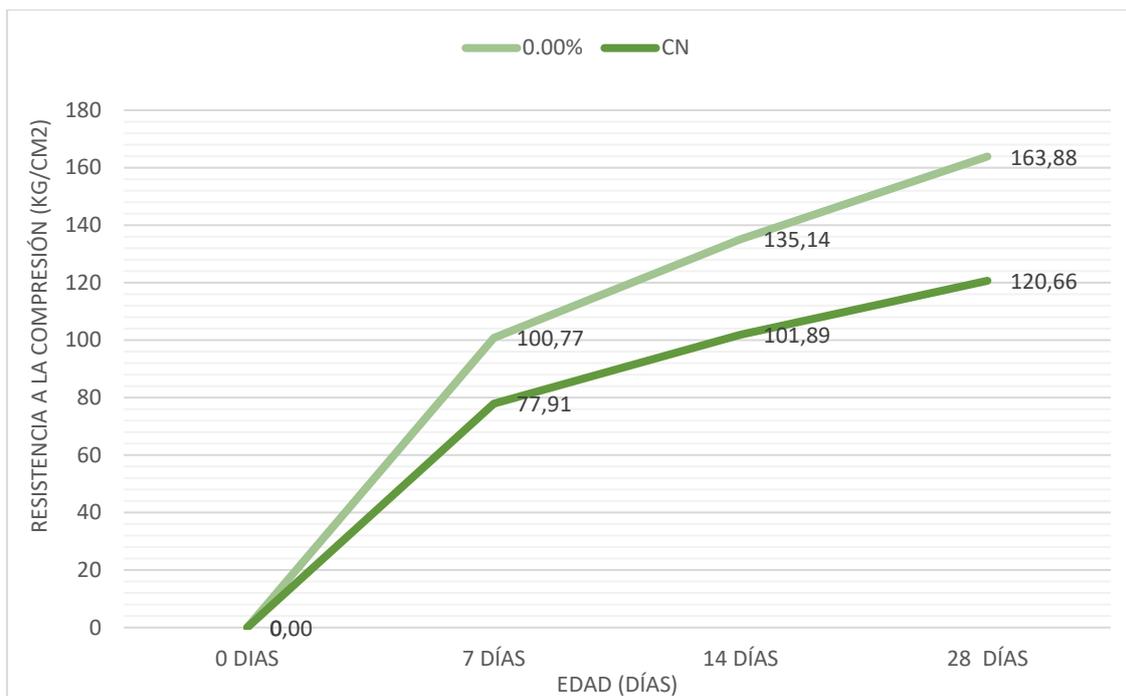


Figura 36. Evolución de resistencia a la compresión comparada entre la Curva Natural y 0.00% de Tiras.
Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En esta curva se compara la resistencia a la compresión de dos diseños de concreto permeable, el primero (CN) utilizando el huso N°57 y el segundo (0.00%) usando el huso N°8, se evidencia un aumento de resistencia a la compresión del 35% para los 28 días. Este aumento de la resistencia puede explicarse al analizar la distribución granulométrica de los husos utilizados. El huso N°8 al tener menor tamaño en la distribución de partículas, tiene mayor superficie específica lo que aumenta el área de contacto entre partículas al mezclarlo con la pasta para conformar al concreto permeable, al tener mayor superficie de contacto, aumenta la resistencia del concreto.

3.3.3.2. Resistencia a la compresión en curva normalizada con 0.00% de tiras.

La ACI 2113R-02 (Guía de proporciones para diseños de mezcla de concretos con bajo revenimiento), recomienda el uso de la granulometría estándar (huso N°8) para obtener unos mejores resultados en cuanto a propiedades mecánicas, una de las cuales es la de resistencia a la compresión, entonces, ratificando la recomendación de la norma, y viendo que los resultados de resistencia a la compresión más elevadas provienen de la granulometría estándar (huso N°8), obtenemos una resistencia a la compresión media (28 días) de 167.67kg/cm², buscando elevar el valor gracias a la adición de las tiras.

3.3.3.3. Resistencia a la compresión en curva normalizada con 0.05% de tiras.

Las probetas diseñadas para los ensayos, tienen un mejor resultado en las pruebas realizadas de resistencia a la compresión, y como se mencionó en el punto anterior (3.2.3.2.), se busca mejorar aquella propiedad mediante la adición de tiras (a diferentes porcentajes) a fin de realizar los objetivos a 28 días, vemos que la figura N° 37 muestra una resistencia a la compresión media de 190.60 kg/cm², esto con tiras al 0.05%.

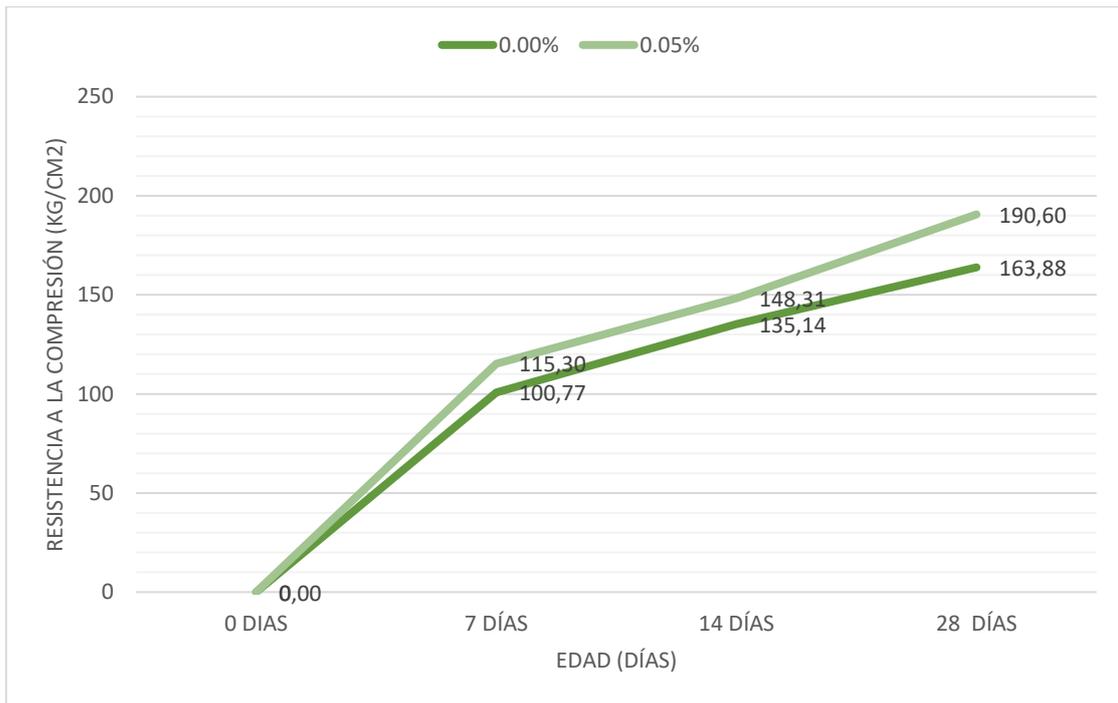


Figura 37. Evolución de la resistencia a la compresión Comparada entre un 0.00% y 0.05% de Tiras incorporadas. Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Al realizar la adición de las tiras plásticas de polipropileno de medidas 3mm x 30mm (en un 0.05% respecto al peso) en el diseño de mezcla del concreto permeable, que se elaboró mediante el Huso N°8 y se emplearon los agregados de la cantera Huancapampa – Recuay, se observó en el ensayo realizado a 28 días, que la resistencia a la compresión media se incrementa en un 16.7%.

3.3.3.4. Resistencia a la compresión en curva normalizada con 0.10% de tiras.

Las probetas diseñadas para los ensayos, tienen un mejor resultado en las pruebas realizadas de resistencia a la compresión, y como se mencionó en el punto anterior (3.2.3.3.), se busca mejorar aquella propiedad mediante la adición de tiras (a diferentes porcentajes) a fin de realizar los objetivos a 28 días, vemos que la figura N° 38 muestra una resistencia a la compresión media de 170.67 kg/cm², esto con tiras al 0.10%.

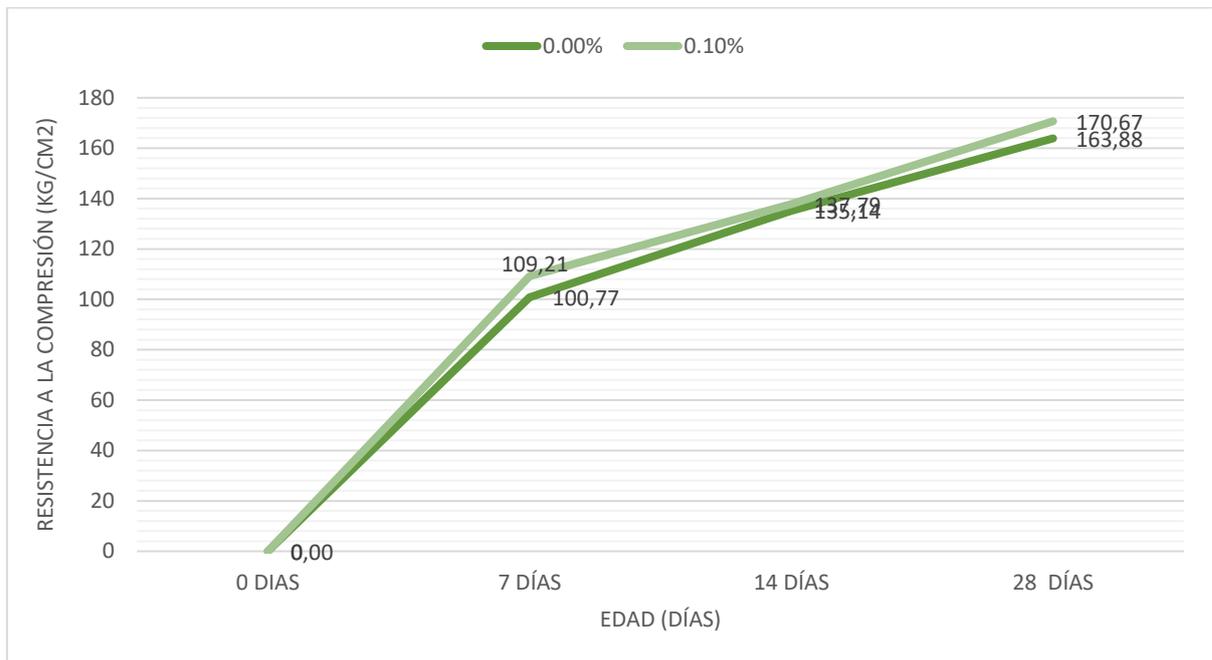


Figura 38. Comparación de la evolución de la resistencia a la compresión Con 0.00% y 0.10% de Tiras incorporadas. Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Al realizar la adición de las tiras plásticas de polipropileno de medidas 3mm x 30mm (en un 0.10% respecto al peso) en el diseño de mezcla del concreto permeable, que se elaboró mediante el Huso N°8 y se emplearon los agregados de la cantera Huancapampa – Recuay, se observó en el ensayo realizado a 28 días, que la resistencia a la compresión media se incrementa en un 4.2%.

3.3.3.5. Resistencia a la compresión en curva normalizada con 0.15% de tiras

Las probetas diseñadas para los ensayos, tienen un mejor resultado en las pruebas realizadas de resistencia a la compresión, y como se mencionó en el punto anterior (3.2.3.4.), se busca mejorar aquella propiedad mediante la adición de tiras (a diferentes porcentajes) a fin de realizar los objetivos a 28 días, vemos que la figura N° 39 muestra una resistencia a la compresión media de 146.42 kg/cm², esto con tiras al 0.15%.

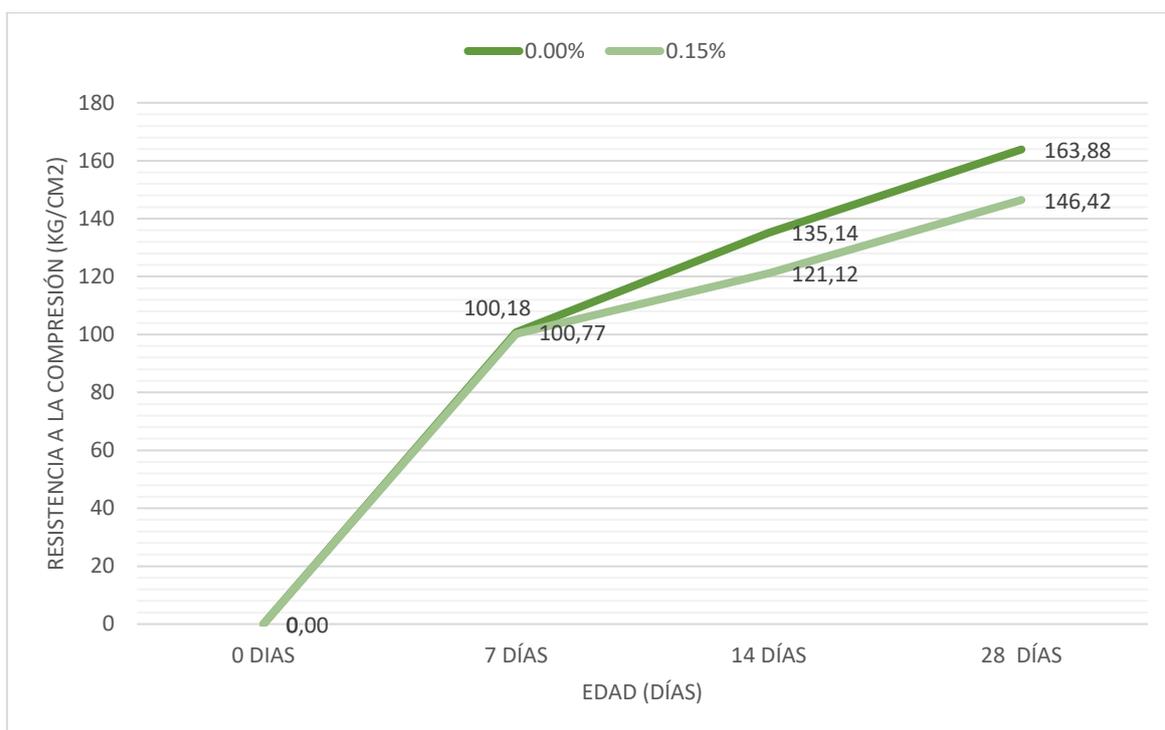


Figura 39. Comparación de la evolución de la resistencia a la compresión Con 0.00% y 0.15% de Tiras incorporadas. Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Al realizar la adición de las tiras plásticas de polipropileno de medidas 3mm x 30mm (en un 0.15% respecto al peso) en el diseño de mezcla del concreto permeable, que se elaboró mediante el Huso N°8 y se emplearon los agregados de la cantera Huancapampa – Recuay, se observó en el ensayo realizado a 28 días, que la resistencia a la compresión media se incrementa en un 10.7%.

3.3.4. Comparación de la evolución de la resistencia a la compresión.

Primero, se va a tener en cuenta la influencia de la adición de tiras plásticas de polipropileno sobre la resistencia a la compresión en cada uno de los ensayos realizados. A continuación se muestra en la figura N°40 una curva de resistencia a la compresión vs edad, en el cual se aprecia la distinta forma de comportarse cada conjunto de ensayo, gracias a lo cual se puede mencionar que el concreto permeable que fue diseñado mediante el huno N°57 posee una resistencia a la compresión menor en 28 días, también cabe mencionar que el concreto permeable diseñado mediante el huso N°8, la cual es la recomendación de la ACI 2113R-02, mostró mejores resultados de resistencia a la compresión, y debido a que las tiras plásticas de Polipropileno fueron incorporadas a este último diseño, se pudo corroborar el objetivo deseado mediante la adición de tiras en 005% con un incremento del 16.7%.

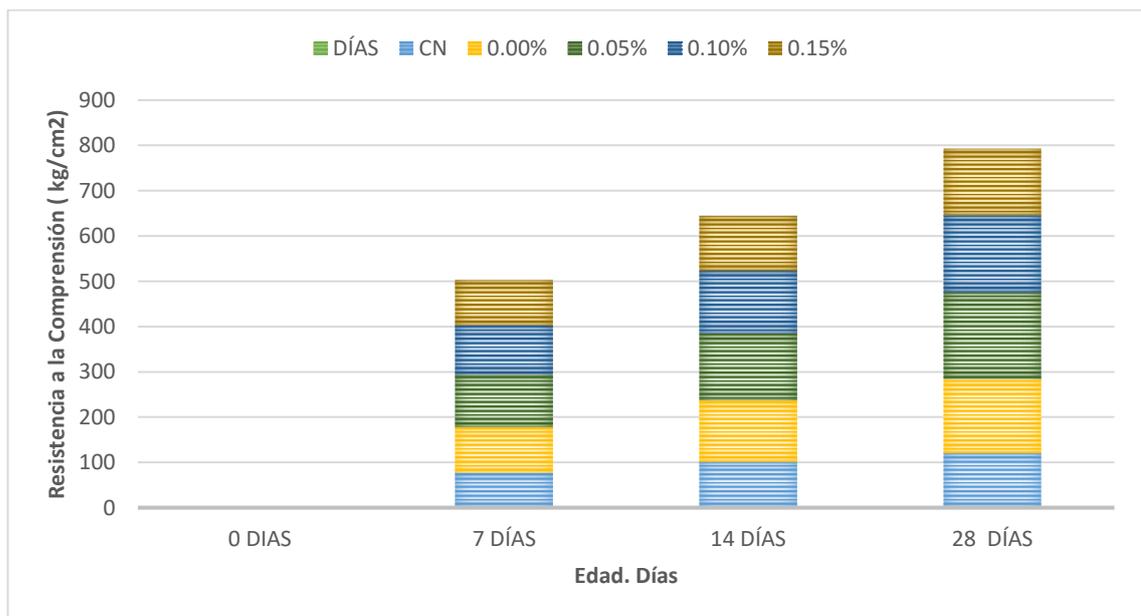


Figura 40. Evolución de la resistencia del concreto permeable por días de curado. Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la gráfica se muestra el acumulado de resistencia a la compresión de todas las muestras analizadas. De estos resultados se deduce que la resistencia a la compresión a los 7 días es el 63% de los 28 días y la resistencia a la compresión a los 14 días es de 83% con respecto a los 28 días. Esto guarda relación con el concreto.

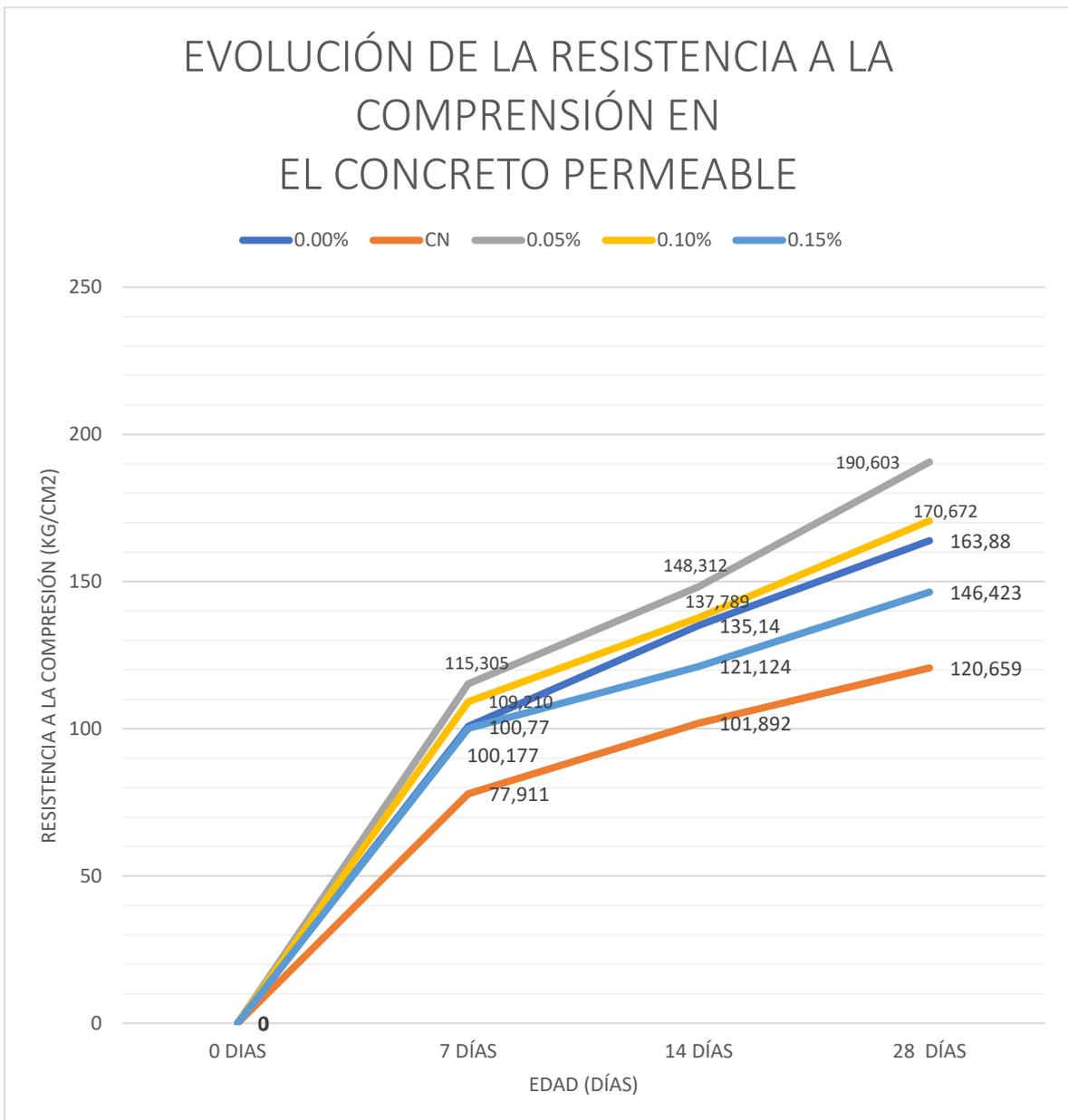


Figura 41. Evolución de la resistencia a la compresión en el concreto permeable. Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: De la gráfica se deduce que la incorporación de tiras de polipropileno es de 0.05% es la que mejores resultados de resistencia a la compresión ha obtenido, se nota también una diferencia notable con respecto a los resultados de los otros casos para el Huso N°8. Se deduce también que aún con la resistencia disminuía, por la incorporación de altos contenidos de tiras de polipropileno (0.15%), el Huso N°8 obtiene mejores resultados que el huso N°57.

En la Figura 42 se muestra el incremento de resistencia en función del porcentaje de fibras incorporadas. Se determina que el porcentaje óptimo de tiras de polipropileno es de 5%.

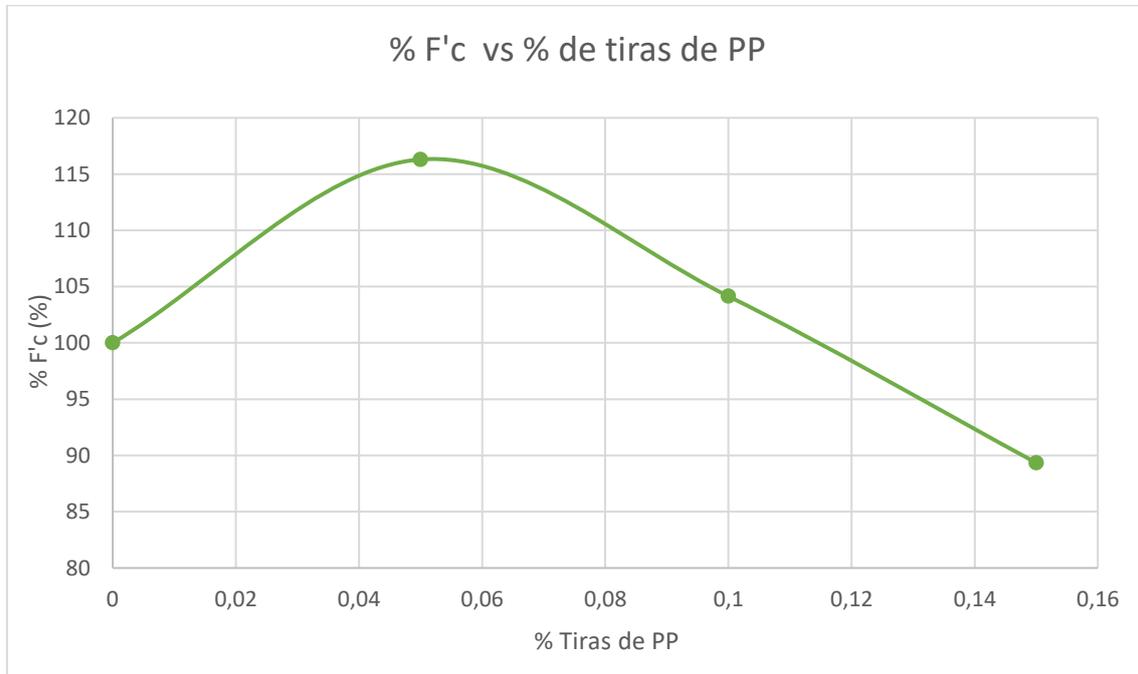


Figura 42. Aumento de $f'c$ en función de la cantidad de tiras de polipropileno adicionadas. Fuente: Elaboración propia.

3.4. Análisis de costos del concreto permeable.

Un aspecto importante en el desarrollo de cualquier construcción es el relacionado con lo económico. Si una solución en particular de un proyecto requiere costos excesivos, se buscará una solución que proporcione costos no tan elevados.

Se procederán a tomar datos de los materiales, actualizados al 2017, lo que quiere decir que pueda existir una variación entre los precios indicados en las siguientes tablas A la tabla N° 35, pues no es algo fijo, pero la comparación se realiza únicamente con el fin de ver si el costo es muy excesivo y si ese costo signifique que el presente proyecto no sea factible.

Tabla N°34. Costos de agregados finos y gruesos en ciudad de Recuay (Precios actualizados 2017).

Tipo de Material	Cantidad (m³)	Costo (s/.) Cotización N° 1	Costo (s/.) Cotización N° 2	Costo (s/.) Cotización N° 3	Costo promedio	
					S/.	S/.
A. fino	13	450	420	445	S/. 438.33	S/. 33.72
A. grueso TM 1"	13	340	350	340	S/. 343.33	S/. 26.41

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°35. Costos directos de cada concreto permeable elaborado con agregado del Huso N°57.

Materiales	Und.	Cantidad	P.U.	Importe (S/.)
Cemento	bol.	5.45	21.8	118.81
A° Fino	m³.	0.06	33.7	1.96
A° Grueso	m³.	0.52	26.4	13.79
Tiras	kg.	0	20	0
Agua	L	199.5	0.18	35.91
Costo directo de 1 m³ de concreto =			S/. 170.47	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°36. Costos directos de cada concreto permeable elaborado con agregado del Huso N°8.

Materiales	Und.	Cantidad	P.U.	Importe (S/.)
Cemento	bol.	8.49	21.8	185.08
A° Fino	m³.	0.06	33.7	2.02
A° Grueso	m³.	0.53	26.4	14.00
Tiras	kg.	0	20	0.00
Agua	L	144.3	0.18	25.98
Costo directo de 1 m³ de concreto =			S/. 227.08	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°37. Costo directo por metro cúbico de concreto permeable con un 15% de vacíos (Huso N° 8 – Diseño con 0.05% de tiras incorporadas).

Materiales	Und.	Cantidad	P.U.	Importe (S/.)
Cemento	bol.	8.49	21.8	185.08
A° Fino	m³.	0.06	33.7	2.02
A° Grueso	m³.	0.53	26.4	14.00
Tiras	kg.	0.997	20	19.94
Agua	L	144.3	0.18	25.98
Costo directo de 1 m³ de concreto =				S/. 247.02

Fuente:

Elaboración propia.

Tabla N°38. Costo directo por metro cúbico de concreto permeable con un 10% de vacíos (Huso N° 8 – Diseño con 0.15% de tiras incorporadas).

Materiales	Und.	Cantidad	P.U.	Importe (S/.)
Cemento	bol.	8.49	21.8	185.08
A° Fino	m³.	0.06	33.7	2.02
A° Grueso	m³.	0.53	26.4	14.00
Tiras	kg.	1.993	20	38.86
Agua	L	144.3	0.18	25.98
Costo directo de 1 m³ de concreto =				S/. 266.94

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°39. Costo directo por metro cúbico de concreto permeable con un 15% de vacíos (Huso N° 8 – Diseño con 0.15% de tiras incorporadas).

Materiales	Und.	Cantidad	P.U.	Importe (S/.)
Cemento	bol.	8.49	21.8	185.08
A° Fino	m³.	0.06	33.7	2.02
A° Grueso	m³.	0.53	26.4	14.00
Tiras	kg.	2.99	20	59.80
Agua	L	144.3	0.18	25.98
Costo directo de 1 m³ de concreto =				S/. 286.88

Fuente: Elaboración propia.

Debido a que la diferencia más significativa en las propiedades del concreto es la resistencia a la compresión, tomaremos ese valor como parámetro a comparar con el costo de elaboración del concreto, en el Tabla N°40, se muestra el tipo de mezcla y su relación precio/resistencia a la compresión.

Tabla N°40. Comparación entre el precio del concreto y la resistencia a la compresión.

Diseño	Precio (S/.)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)	Precio/resistencia
Huso 57	170.47	120.7	1.41
Huso N°8 + 0% de tiras de PP	227.08	163.9	1.38
Huso N°8 + 0.05% de tiras de PP	247.02	190.6	1.29
Huso N°8 + 0.10% de tiras de PP	266.94	170.7	1.56
Huso N°8 + 0.15% de tiras de PP	286.88	146.4	1.95

Fuente: Elaboración propia.

IV. DISCUSIÓN

H1: “La dosificación de polipropileno, influye sobre la propiedad que tiene el concreto permeable, diseñado para los pavimentos en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash – 2017.”

En la investigación de Azañedo, et al. “Diseño de mezcla de concreto poroso con agregados de la cantera la victoria, cemento portland tipo I con adición de tiras de plástico, y su aplicación en pavimentos rígidos, en la ciudad de Cajamarca” (2010). Se realizan dosificaciones con diferentes contenidos de tiras de polipropileno, a las cuales se le realizaron pruebas de contenido de vacíos, coeficiente de permeabilidad y resistencia a la compresión, en los resultados obtenidos se observa que al usar tiras de polipropileno (para 0.05%, 0.10%, 0.15% y 0.20%), estas varían las propiedades del concreto permeable, en mayor medida la resistencia a la compresión y en menor medida el coeficiente de permeabilidad. En la presente investigación se verificó que la resistencia a la compresión aumentó en función de las tiras de polipropileno adicionadas (para 0.05% y 0.10%), de igual forma con el contenido de vacíos, sin poder encontrar una variación apreciable en el coeficiente de permeabilidad, aunque se contrasta al antecedente con respecto a las tiras al 0.15%, ya que en la presente investigación se concluyó que, a ese porcentaje, la resistencia a la compresión disminuye. Los resultados obtenidos demuestran la variación de las propiedades del concreto permeable al adicionarle tiras de polipropileno.

H2: “La incorporación de polipropileno influye sobre la resistencia a la compresión que posee el concreto permeable en su diseño de mezcla en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash – 2017.”

PhD. Freddy Reyes, “Efecto de las fibras plásticas en la flexión de estructuras de pavimentos drenantes” (2002). En esta investigación se llega a la conclusión de que un agregado con una dosificación de 0.05% de fibras de polipropileno alcanzan mayor resistencia a la compresión, en la presente investigación se reafirma los resultados obtenidos, al probar cantidades de tiras de polipropileno de diversos porcentajes (Ver tabla N°41).

Tabla N°41. Comparación de los resultados obtenidos del antecedente del PhD. Freddy Reyes con la presente investigación.

% Tiras de PP	Antecedente		Tesis	
	F'c (kg/cm ²)	% F'c	F'c	% F'c
0.50%	68.0	36.6	-	-
0.40%	104.5	56.2	-	-
0.30%	141.0	75.8	-	-
0.20%	177.5	95.4	-	-
0.15%	178.8*	96.1*	146.4	89.4
0.10%	180.0	96.8	170.7	104.3
0.075%	192.8	103.6	-	-
0.05%	214.8	115.5	190.6	116.4
0.025%	188.5	101.3	-	-
0%	186.0	100.0	163.7	100.0

* Valores obtenidos al interpolar resultados.

H3: “La incorporación de polipropileno influye en el coeficiente de porosidad que posee el concreto permeable en el diseño de mezcla en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash – 2017.”

Azañedo, et al. En su tesis titulada “Diseño de mezcla de concreto poroso con agregados de la cantera La Victoria, cemento portland tipo I con adición de tiras de plástico, y su aplicación en pavimentos rígidos, en la ciudad de Cajamarca” (2010). Indica que el contenido óptimo de vacíos es entre 15% y 35%, el cual varía en función de las dosificaciones de tiras de polipropileno utilizadas y la permeabilidad produce un incremento del 9.81%. En la presente investigación se obtuvo, en promedio, un contenido de vacíos entre 16% y 18%, disminuyendo en función del contenido de tiras de polipropileno adicionadas al concreto permeable. No obstante, los resultados del coeficiente de permeabilidad obtenidos al adicionar tiras de polipropileno no producen diferencias notables en el coeficiente de permeabilidad inicial. Estos cambios producidos en el contenido de vacíos se deberán compensar (al variar la granulometría y al adicionar tiras de polipropileno) en el diseño de concreto permeable.

H4: “La incorporación de polipropileno en el diseño de mezcla tiene relación con la granulometría de los agregados en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash – 2017.”

Yang, Shen y Zhou en su artículo de investigación “*La gradación agregada para el material poroso: material de base para carreteras de hormigón permeable*” (2008). Llegan a la conclusión de que los tamaños óptimos para un concreto permeable es entre 4.75mm a 10mm, sin embargo, al disminuir el tamaño del agregado, el contenido de vacíos disminuye en 21% aproximadamente. Esta afirmación se pudo comprobar en la presente investigación al realizar la comparación de las resistencias obtenidas entre el concreto permeable, fabricado con agregado grueso que pertenece al huso 57 y fabricados con agregado de huso 8, estas últimas obtuvieron hasta 35% más de resistencia a la compresión con respecto a las probetas elaboradas con huso 57 (a los 28 días). De igual forma con el contenido de vacíos que decrece en 34%, este aumento en la variación se debe a la diferencia de tamaños del Huso 57 con respecto a la granulometría patrón de la investigación de Yang, Shen y Zhou (2008). De igual forma se observa que al aumentar la dosificación de tiras de polipropileno el contenido de vacíos del concreto permeable continúa disminuyendo. Al variar la granulometría del agregado, el contenido de fibras de polipropileno generará una variación diferente del contenido de vacíos.

V. CONCLUSIONES:

- Al adicionar el polipropileno de 3mm x 30mm en la mezcla de concreto permeable, se obtiene una mejora en las propiedades del diseño de mezcla, de las cuales la más significativa fue la de resistencia a la compresión, ya que la correcta adición (0.05%) incrementó su resistencia y las propiedades analizadas como el coeficiente de permeabilidad y el contenido de vacíos, muestran que existen mínimas variaciones, que podríamos despreciar para el coeficiente de permeabilidad, en el cual también se puede observar que si se reducen sus magnitudes, proporcionalmente se incrementa el porcentaje empleado de adición de tiras plásticas de polipropileno.
- Se logró determinar que los agregados gruesos del huso N°8 (Curva normalizada), producen un buen diseño de mezcla para poder luego adicionar las tiras plásticas de polipropileno, gracias al cual, la mezcla de concreto permeable mantendrá tanto su contenido de vacíos, como su coeficiente de permeabilidad mencionados en la norma ACI 522R, también desarrollará un valor mayor de resistencia a la compresión, todo ello para que el concreto diseñado pueda ser denominado como concreto permeable.
- Se descubrió que la resistencia a la compresión analizada a 28 días gracias al concreto permeable diseñado con el huso N° 08 es 26.13% mayor que el diseñado con el huso N° 57.
- Los resultados de la prueba de resistencia a la compresión analizados a los 28 días por el concreto permeable, aumentan en un porcentaje de 16.7%, gracias a la adición de tiras plásticas de polipropileno en un 0.05%, así como también al adicionar el polipropileno en 0.10%, la resistencia a la compresión aumenta en un 4.2%. Por otro lado, la resistencia a la compresión a los 28 días, disminuye en un porcentaje de 10.7%, gracias a la adición de tiras plásticas de polipropileno en un 0.15%, por lo tanto, se puede concluir que el mejor porcentaje a emplear es el de 0.05% de tiras de polipropileno respecto al peso.

- Al incorporar tiras de polipropileno, se logra que los valores encontrados en la prueba de contenido de vacíos, se tiendan a reducir mediante se vaya incrementando el porcentaje de tiras plásticas de polipropileno añadidas.
- El coeficiente de permeabilidad hallado para las briquetas sin tiras y con tiras de diversos porcentajes, están en el rango entre 0.14cm/s y 1.22cm/s que define la ACI 522 se encuentran dentro del rango definido por el reporte ACI 522, el cual es 0.14 a 1.22 cm/s, lo cual significa que las muestras cumplen los parámetros mínimos establecidos.
- Al evaluar los costos de fabricación del concreto permeable, se define que es más rentable utilizar el Huso N°8, además la cantidad de tiras de polipropileno incorporadas al diseño es de 0.05%, esto basándonos en el cuadro N°35 donde se relaciona el precio y la resistencia, a menor valor obtenido, se está optimizando el uso de los materiales. El menor valor obtenido fue 1.29 para el huso 8 y una incorporación de 0.05% de tiras. Es importante resaltar que la diferencia entre realizar el concreto permeable con el huso 57 y el huso 8 es de 1.41 y 1.38 respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

- Es recomendable el uso de la norma ACI 2113R-02 y ACI 522R-10 para el diseño, ambos de nombre “Guía del Proporcionamiento para Concretos con Cero Slump”, y “Reporte de Concreto Permeable” respectivamente.
- Se recomienda, al momento de realizar el diseño de mezcla, el empleo de agregados gruesos con un máximo de 3/8” de tamaño nominal (en la presente investigación se empleó el huso N° 8, siguiendo a la ASTM C 33), ya que, de acuerdo a lo mencionado en las conclusiones, se ha podido demostrar que no interfiere en gran medida al coeficiente de permeabilidad y que brinda un mejor resultado en cuanto a la resistencia a la compresión.
- Al momento de realizar la mezcla para el diseño del concreto permeable, es recomendable tener en cuenta que el tiempo de mezclado debe ser de 2 a 4 minutos (debido a que se trabaja con una relación agua cemento de 0.4), para el proceso de mezcla, se debe seguir el siguiente proceso: primero, echar una parte de agua en la mezcladora (el agua debe ser añadida de forma sistemática y gradual), para luego poder vaciar los agregados, después echar el cemento seguido de las tiras plásticas de polipropileno y culminar el proceso echando el agua que restó (usar demasiada agua va a generar que los vacíos de la mezcla se cierren, lo cual comprometería en gran medida el nivel de permeabilidad del concreto y poca agua generará que exista una mezcla con muy poca o ninguna consistencia, aquello provocaría una muy baja resistencia en la mezcla).
- Al momento de realizar el proceso de la elaboración de las probetas, es recomendable emplear 40 golpes distribuidos en 4 capas, para realizar correctamente la compactación de la mezcla y poder evitar ciertas fallas locales al momento de la rotura.

VII. REFERENCIAS

Evaluation of mix designs and test procedures for pervious concrete por Arhin Stephen (et al). National academies of sciences [en línea]. Octubre 2014, n.o 12 (Fecha de consulta 21 de setiembre de 2017). Disponible en: <https://trid.trb.org/view.aspx?id=1331669> ISSN: 0027-8424

MANUAL de carreteras (Perú). R.D. N° 10-2014 – MTC/14. Sección suelos y pavimentos. Lima: MTC, 2014. 300 pp.

HIRIAT, Frank y MARSAL, Raúl. El hundimiento en la ciudad de México. México: shcp, 1969. 109pp.
ISBN: 9688595780

Suriya, Sam y Mudgal, Boris. Impact of urbanization on flooding: Thexthirusoolam subwatershed-Axcase study. Revista: Journal of Hidrology, V. (11):412-413, 2012.
ISSN: 0022-1694

AZAÑEDO, Winston, CHAVEZ, Helar, MUÑOZ, Winston. Diseño de mezcla de concreto poroso con agregados de la cantera La Victoria, cementoxportland tipo I con adición de tiras de plástico, y su aplicación en pavimentos rígidos, en la ciudad de Cajamarca. Tesis (Grado de ingeniería civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2010, 40pp.

Excelente solución para áreas de estacionamiento, pasos peatonales y veredas expuestas a lluvia o empozamientos de agua: Concreto Ecológico para sistemas urbanos sostenibles [en línea]. UNICON.PE. 22 de agosto de 2017. [Fecha de consulta: 23 de septiembre de 2017]. Disponible en: http://www.unicon.com.pe/repositorioaps/0/0/jer/concre_perme/files/FichaTecnicaConcretoPermeableUNICON.pdf2014980?href=cat11pos1.

Planta de tratamiento Huachipa y Ramal Norte [en línea]. CALAMEO-INFRAESTRUCTURA. 03 de septiembre de 2017. [Fecha de consulta: 23 de septiembre de 2017]. Disponible en: <http://es.calameo.com/read/002145267892fa850c216>

NEVES, Montero Anna. Concreto poroso: Dosagem e desempenho. Tesis (Grado de ingeniera civil). Goiás: Universidad Federal de Goiás, 2010, 36pp.

YANG Zhifeng, SHEN Weiguo, ZHOU Mingkai. The Aggregate Gradation for the Porous: Concrete Pervious Road Base Material. Journal of Wuhan University of Technology-Mater, 26(4):20–26, junio 2008.
ISSN: 1993-0437

TRUJILLO, Alejandra, QUIROZ, Diana. Pavimentos porosos utilizados como sistemas alternativos al drenaje urbano. (Grado de ingeniería civil). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2013, 114pp.

REYES, Freddy. Efecto de las fibras plásticas en la flexión de estructuras de pavimentos drenantes. Revista Ingeniería de la Investigación, V.17 (2):93-105, agosto 2002.
ISSN: 0718-5073

GARBER, George. Paving with pervious concrete. Kentucky: Schiffer Publishing, 2011. 128pp.
ISBN: 0764335960

LANE, Bickenhill. Permeable concrete: Solución guide. Revista TARMAC, (11):3-30, 2010.
ISSN: 1020-6167

REVISTA Hidrocreto [en línea]. Canadá: SCC, 2010 [fecha de consulta: 27 de septiembre de 2017]. Disponible en: <http://hidrocreto.com/>
ISSN: 2007-3011

REVISTA Pervious Concrete. inc [en línea]. Snohomis: PCI, 2017 [fecha de consulta: 29 de septiembre de 2017]. Disponible en: <http://www.perviouscrete.com/>
ISSN: 2456-5717

KOSMATKA, Steven, KERKHOFF, Beatrix y PANARESE, William. Design and Control of Concrete Mixtures. Virginia: Portland Cement Association, 2002. 358pp.
ISBN: 0-89312-217-3

Norma ACI 522R-06. Asociación de concreto internacional. Estados Unidos, 19 de febrero de 2006.

ACI Committe 522. Pervious Concrete. EE.UU.: ACI Publishing, 2006. 25pp.
ISBN: 9780870312113

Peso unitario del concreto. Recursos internet (tecnología del concreto) [en línea]. La Habana: Docslide de Javier Villar. [Fecha de consulta: 29 de septiembre del 2017]. Disponible en <https://docslide.com.br/documents/peso-unitario-del-concreto.html>

WINSTON, Concreto poroso: pruebas [DVD] dirigido por Helard Azañedo. Cajamarca: Chota, [200-]. 1 DVD (92 min. aprox.): son., col.

SANCHEZ DE GUZMAN, Diego. Tecnología del concreto y el mortero. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, 2001. 349pp.
ISBN: 9589247040, 9789589247044

GONZALES, Juan. Concreto permeable: Alternativa sustentable:. Revista: Construcción y tecnología en el concreto, V. (3):13-14, 2011.
ISSN: 2007-3011

CHOPRA, Manoj, WANIELISTA, Marty y MULLIGAN, Ann. Compressive Strength of Pervious Concrete Pavements. Orlando: Ryan Browne, 2017. 138pp.
ISBN: 0328160

CIP 16: Resistencia a la flexión del concreto. Recursos internet (National Ready Mixed Concrete Association) [en línea]. Silver Spring: Foro de NRMCA. [Fecha de consulta: 01 de octubre del 2017]. Disponible en <http://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CIP16es.pdf>

SUBRAMANIAN, Nelser. Concreto ecológico, un material que contribuye al ahorro de los recursos hídricos frente a la escasez de agua. Asociación de productores de cemento [en línea]. Julio-agosto 2009, n.º 2. [fecha de consulta: 29 de septiembre de 2017]. Disponible en: http://www.asocem.org.pe/web/_infor_esp/Informe%20Especial_julio09.pdf
ISSN: 1727-9933

ROJAS, Julio. Control de calidad y colocación de concretos permeables [en línea]. México: División de ingeniería civil y geomática, 2015 [fecha de consulta: 01 de octubre de 2017]. Capítulo 8. Dosificación de mezclas de concreto. Disponible en: https://www.academia.edu/24661687/CAPITULO_III_PROPIEDADES_CONCRETO_PERMEABLE.

RIVERA, Luis, GERARDO, Pedro. Concreto simple [en línea]. México: UNICAUCA, 2010 [fecha de consulta: 02 de octubre de 2017]. Capítulo 3. Dosificación de mezclas de concreto. Disponible en: <ftp://ftp.unicauca.edu.co/cuentas/geanrilo/docs/>.

[s.n.]. Materiales poliméricos y compuestos [en línea]. [s.l.]. [s.n.], 2014 [fecha de consulta: 02 de octubre de 2017]. Capítulo 8. Materiales poliméricos de mayor interés industrial. Disponible en: <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/AP.T8.1MPyC.Tema8.MaterialesPolimericosInteresIndustrial.pdf>

Polypropylene (PP). Recursos internet (British Plastics Federation) [en línea]. Edinburgh: Definición de plastipedia de Coldin Hindle. [Fecha de consulta: 04 de octubre del 2017]. Disponible en <http://www.bpf.co.uk/plastipedia/polymers/PP.aspx#properties>

Polipropileno Homopolímero isostático (materiales no convencionales) [en línea]. Argentina: Investigación de Claudio Boin, Fernando Ciancio y Luciano López. [Fecha de consulta: 04 de octubre del 2017]. Disponible en <http://www.fceia.unr.edu.ar/materialescivil/02.02.02Polipropileno%20Homopolimero%20Isotactico.pdf>

¿Cuáles son sus propiedades del polipropileno? ¿Cómo se puede emplear el polipropileno?. Recursos internet (Portal industrial y de negocios QUIMINET) [en línea]. México: Portal de QUIMINET. [Fecha de consulta: 04 de octubre del 2017]. Disponible en <https://www.quiminet.com/articulos/propiedades-del-polipropileno-2671066.htm>.

Polipropileno: Usos y características. Recursos internet (polipropileno canal y construcción) [en línea]. La Habana: CANAL de CANAL Y CONSTRUCCIÓN [Fecha de consulta: 04 de octubre del 2017]. <http://canalconstruccion.com/polipropileno-usos-y-caracteristicas.html>

OLIVEIRA, M., BERNARDO, C. HEMSLEY, A. Morphology and mechanical behavior of polypropylene hot plate welds. Revista POLYMER ENGINEERING AND SCIENCE, V.41 (11): 1913–1922, 2001.
ISSN: 0010-1002

Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en ensayos plástico y endurecido. por MENDOZA, Javier, AIRE, Carlos y DAVILA, Paula. Australia: Investigación y desarrollo, (2): 35-40, enero - julio 2011.
ISSN: 0121-3261

Are Infiltration Capacities of Clogged Permeable: Pavements Still Acceptable? por Terry Lucke [et al]. Australia: Novatech, (2): 5-9, julio 2013.
ISSN: 0033-384

GARCIA, Haba Eduardo. Control de escorrentías urbanas mediante pavimentos permeables: aplicación en climas mediterráneos. Tesis (Grado de máster). Valencia: Universidad politécnica de Valencia, 2011, 218pp.

RODRÍGUEZ, Hernández Javier. Estudio, análisis y diseño de secciones permeables de firmes para vías urbanas con un comportamiento adecuado frente a la colmatación y con la capacidad portante necesaria para soportar tráfico ligero. Tesis (Grado de doctor). Cantabria. Universidad de Cantabria, 2017, 105pp.

FERGUSON, Bruce. Integrative Studies in Water Management and Land Development: Porous pavements. Inglaterra: CRC Press, 2005. 600pp.
ISBN: 9780849326707

SAUCEDO, Vidal Artemio. Concreto hidráulico permeable, una alternativa para la recarga de los mantos acuíferos del valle de México. Tesis (Grado de ingeniero civil). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2010, 148pp.

Metodología de investigación, pautas para hacer tesis [Mensaje en un blog]. Lima: Moreno, E., (09 de agosto del 2013).x[Fecha de consulta: 04 de octubre del 2017].xRecuperado de <http://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.pe/2013/08/importancia-de-hipotesis-en-una.html>.

Justificación, objetivos y bases teóricas [Mensaje en un blog]. México: Ferrer, J., (09 de agosto del 2013). [Fecha de consulta: 04 de octubre del 2010]. Recuperado de <http://metodologia02.blogspot.pe/p/justificacion-objetivos-y-bases.html>.

Kerlinger, Fred y Lee, Howard. Investigación del comportamiento. 4ta ed. California: McGraw-Hill, 2012. 504 pp.
ISBN 9789701030707.

CARRASCO, Sergio. Metodología de la investigación científica. Lima: Editorial San Marcos, 2010. 424pp.
ISBN: 15896278

Reseña de "Métodos de investigación" por J. Neil Salkind. Estudios sobre las Culturas Contemporáneas [en línea]. Agosto 2002, n.o 8 (Fecha de consulta 6 de octubre de 2017). Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31681512>
ISSN: 1405-2210

RUIZ, Manuel. Políticas públicas en salud y su impacto en el seguro popular. Sinaloa: Ed. UNAM, 2012. 130pp.
ISBN: 978-84-15547-78-5

HEINEMANN, Klaus. Introducción a la metodología de la investigación empírica. Barcelona: Ed. Paidotribo, 2003. 287pp.
ISBN: 84-8019-678-5

AVILA, Hector. Introducción a la metodología de la investigación empírica. México: Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc, 2006. 203pp.
ISBN: 84-690-1999-6

ARIAS, Fernando. Metodología de la investigación. España: Trillas, 2011. 576pp.
ISBN: 9682479939

DICCIONARIO Real Academia Española [en línea]. s.l.: RAE, 2001 [fecha de consulta: 08 de octubre de 2017]. Disponible en: <http://www.rae.es/>
ISSN: 1727-9933

JIMENEZ, Carlos. Pedagogía Experimental: Población y muestra. Madrid: UNED, 2010. 258pp.
ISBN: 9685748667

LATORRE, A., RINCÓN D. y ARNAL, J. Bases Metodológicas de la Investigación Educativa. Barcelona: Experiencia S.L, 2013. 316pp.
ISBN: 13:9788493288389

Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Pilar, Baptista. Metodología de la investigación. 5ta ed. Ciudad de México: McGraw Hill, 2014. 95-199 pp.
ISBN 9786071502919.

YIN, Robert. Case Study Research: Design and methods. California: SAGE publications, 2013 (5). 312pp.
ISBN: 1483322246, 9781483322247

ANDER-EGG, Ezequiel. Metodología y práctica del desarrollo de la comunidad. Argentina: LUMEN, 2012. 312pp.
ISBN: 9507249931, 13: 9789507249938

LEÓN, Orfelio. y MONTERO, Ignacio. Métodos de Investigación en Psicología y Educación. Caracas: McGraw Hill., 2013. 545pp.
ISBN: 9788448136703

GONZÁLEZ, Manuel. Ética y formación universitaria / Ética e formação universitária. Revista Ibero Americana de Educação, (29):85-103, 2010.
ISSN: 1681-5653

RONDON, Néstor Victor. Análisis y propuesta de uso de biodigestor en el tratamiento de aguas residuales del sistema de desagüe del poblado de Pocrac del distrito de Ticapampa, Recuay – Ancash. Tesis (Pregrado de Ingeniería Civil). Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2017, 148pp.

VIII. ANEXOS:

Anexo 1. Ficha N°1 de validación de datos

 FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
PROYECTO	Mejoramiento de la mezcla del concreto permeable adicionando polipropileno en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash - 2017
AUTOR	RONDÁN RODRIGUEZ, Darlin Kathleen
INFORMACIÓN GENERAL	
UBICACIÓN	DISTRITO Recuay ALTITUD 3398 msnm
	PROVINCIA Recuay LATITUD 09° 43'17" S
	CIUDAD Huaraz LONGITUD 77° 27'18" O
I	Dosificación del polipropileno en tiras
	5% de tiras respecto al peso de los materiales 10% de tiras respecto al peso de los materiales 15% de tiras respecto al peso de los materiales
II	Permeabilidad del concreto permeable
	Contenido de vacíos Coeficiente de permeabilidad
III	Resistencia a la compresión
	Resistencia a la compresión a los 7 días Resistencia a la compresión a los 14 días Resistencia a la compresión a los 28 días
IV	Granulometría del concreto permeable
	Huso granulométrico
APELLIDOS Y NOMBRES	MORENO VASQUEZ, Antony
DNI	46520852
E-MAIL	AntonyM1916@gmail.com
REGISTRO CIP No	184692
TELÉFONO	984308589
 ANTONY JOSEF MORENO VASQUEZ INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 184692	

Anexo 2. Ficha N°1 de validación de datos

 FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
PROYECTO	Mejoramiento de la mezcla del concreto permeable adicionando polipropileno en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash - 2017
AUTOR	RONDÁN RODRIGUEZ, Darlin Kathleen
INFORMACIÓN GENERAL	
UBICACIÓN	DISTRITO Recuay ALTITUD 3398 msnm
	PROVINCIA Recuay LATITUD 09° 43'17" S
	CIUDAD Huaraz LONGITUD 77° 27'18" O
I	Dosificación del polipropileno en tiras
	5% de tiras respecto al peso de los materiales 10% de tiras respecto al peso de los materiales 15% de tiras respecto al peso de los materiales
	X
II	Permeabilidad del concreto permeable
	Contenido de vacíos Coeficiente de permeabilidad
III	Resistencia a la compresión
	Resistencia a la compresión a los 7 días Resistencia a la compresión a los 14 días Resistencia a la compresión a los 28 días
IV	Granulometría del concreto permeable
	Huso granulométrico
APELLIDOS Y NOMBRES	OLAYA TRINIDAD, Franklin
DNI	46423801
E-MAIL	francolt41@gmail.com
REGISTRO CIP No	184701
TELÉFONO	991152346
 FRANKLIN RICARDO OLAYA TRINIDAD INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 184701	

Anexo 3. Ficha N°1 de validación de datos

		FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
PROYECTO	Mejoramiento de la mezcla del concreto permeable adicionando polipropileno en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash - 2017				
AUTOR	RONDÁN RODRIGUEZ, Darlin Kathleen				
INFORMACIÓN GENERAL					
UBICACIÓN	DISTRITO	Recuay	ALTITUD	3398 msnm	EXPERTO
	PROVINCIA	Recuay	LATITUD	09° 43'17" S	
	CIUDAD	Huaraz	LONGITUD	77° 27'18" O	
I	Dosificación del polipropileno en tiras				/
	5% de tiras respecto al peso de los materiales	10% de tiras respecto al peso de los materiales	15% de tiras respecto al peso de los materiales		
II	Permeabilidad del concreto permeable				/
	Contenido de vacíos		Coeficiente de permeabilidad		
III	Resistencia a la compresión				/
	Resistencia a la compresión a los 7 días	Resistencia a la compresión a los 14 días	Resistencia a la compresión a los 28 días		
IV	Granulometría del concreto permeable				/
	Huso granulométrico				
APELLIDOS Y NOMBRES	MONTES CONDORI, Roy				
DNI	46843896				
E-MAIL	gmontesroy@gmail.com				
REGISTRO CIP No	166621				
TELÉFONO	928870750				

Anexo 4. Solicitud dirigida a la municipalidad de Recuay para el uso del agregado de la cantera

"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

SOLICITO: Autorización Para uso de Cantera de la Provincia de Recuay para ensayos de laboratorio.

SEÑOR
Milton Duck León Vergara
Alcalde de la Provincia de Recuay
Presente.



Yo, DARLIN RONDAN RODRIGUEZ identificada con DNI 70374564, con domicilio en la ciudad de Recuay, estudiante de Ingeniería civil de la Universidad Cesar Vallejo (UCV).

Solicito, el uso de la cantera de la Provincia de Recuay, para realizar ensayos de laboratorio de los agregados, que necesito para mi Tesis : "Mejoramiento del diseño de mezcla de concreto permeable adicionando polipropileno en el jirón la libertad-Provincia de Recuay-Ancash 2017", para lo cual describo la Ubicación del emplazamiento.

CANTERA				
Nombre	Coordenada UTM		Ubicación	USO
	Este (m)	Norte(m)		
Cantera Recuay	230510	8925289	Recuay	CONCRETO

Solicito atender a mi solicitud y le agradezco anticipadamente por su atención al presente.

Recuay, Mayo del 2018.


DARLIN RONDAN RODRIGUEZ
DNI: 70374564

Anexo 5. Permiso de la municipalidad de Recuay para el uso del agregado de la cantera

"AÑO DEL DIÁLOGO Y LA RECONCILIACIÓN NACIONAL"

AUTORIZACIÓN DE LIBRE DISPONIBILIDAD DE CANTERA PARA ENSAYOS DE LABORATORIO

TESIS: "Mejoramiento del diseño de mezcla de concreto permeable adicionando polipropileno en el jirón la libertad-Provincia de Recuay-Ancash 2017"

El que suscribe, El señor Milton Duck León Vergara Alcalde de la Municipalidad Provincial de Recuay –Ancash

Certifica, que:

La cantera para ensayos de laboratorio que a continuación se describe, se encuentra ubicado en la jurisdicción de la Municipalidad Provincial de Recuay.

CANTERA				
Nombre	Coordenada UTM		Ubicación	USO
	Este (m)	Norte(m)		
Cantera Recuay	230510	8925289	Recuay	CONCRETO

Para lo cual se autoriza a la alumna DARLIN RONDAN RODRIGUEZ, con DNI 70374564 su libre uso para realizar la TESIS: "Mejoramiento del diseño de mezcla de concreto permeable adicionando polipropileno en el jirón la libertad-Provincia de Recuay-Ancash 2017"

Se emite la presente Autorización para los fines que crea conveniente

Recuay, Mayo del 2018



Anexo 6. Certificado de laboratorio del ensayo de coeficiente de permeabilidad



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Camera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering Technology Accreditation Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de materiales
 A : RONDÁN RODRIGUEZ DARLIN KATHLEEN
 Obra : MEJORAMIENTO DE LA MEZCLA DEL CONCRETO PERMEABLE ADICIONANDO POLIPROPILENO
 Asunto : ENSAYO PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD EN CONCRETO PERMEABLE
 Expediente N° : 18-1840
 Recibo N° : 60663
 Fecha de emisión : 24/04/2018

1.0. DE LA MUESTRA : 15 probetas de concreto permeable de 10cm de diámetro y 15cm de altura aproximadamente.
 2.0. DEL EQUIPO : El equipo utilizado es un permeámetro de carga variable, construido según ACI 522R-10
 3.0. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO : El procedimiento de ensayo está referenciado a las especificaciones en el ACI 522R-10
 4.0. RESULTADOS :

MUESTRA	ÁREA DE INGRESO (cm ²)	ÁREA DE MUESTRA (cm ²)	LONGITUD DE LA MUESTRA (cm)	ALTURA INICIAL (cm)	ALTURA FINAL (cm)	TIEMPO PROMEDIO (s)	K (mm/s)
ST-01	95.03	81.87	15.17	30	1	125.50	0.477
ST-02	95.03	82.19	14.91	30	1	131.39	0.446
ST-03	95.03	82.46	15.20	30	1	127.12	0.469
CT-(0.05%)-1	95.03	81.93	15.14	30	1	124.21	0.481
CT-(0.05%)-2	95.03	82.09	15.02	30	1	128.15	0.461
CT-(0.05%)-3	95.03	82.30	15.09	30	1	132.94	0.446
CT-(0.10%)-1	95.03	81.82	14.86	30	1	130.97	0.448
CT-(0.10%)-1	95.03	81.55	14.95	30	1	129.10	0.459
CT-(0.10%)-1	95.03	81.71	14.92	30	1	124.04	0.476
CT-(0.15%)-1	95.03	82.25	14.97	30	1	135.34	0.435
CT-(0.15%)-1	95.03	81.39	15.02	30	1	126.80	0.470
CT-(0.15%)-1	95.03	85.52	15.15	30	1	125.52	0.473
CN-01	95.03	81.77	14.90	30	1	68.90	0.859
CN-02	95.03	82.14	15.23	30	1	55.12	1.087
CN-03	95.03	82.03	15.05	30	1	80.23	0.739

5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. A. Moreno V.

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

del laboratorio.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Anexo 7. Certificado de laboratorio de ensayo de cálculo de la permeabilidad.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por

Engineering Technology Accreditation Commission

INFORME

Del A Obra : Laboratorio N°1 Ensayo de materiales
Obra : RONDÁN RODRIGUEZ DARLIN KATHLEEN
Asunto : MEJORAMIENTO DE LA MEZCLA DEL CONCRETO PERMEABLE ADICIONANDO POLIPROPILENO
Expediente N° : ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE VACÍOS EN EL CONCRETO PERMEABLE
Recibo N° : 18-1840
Fecha de emisión : 60663
 : 24/04/2018

1.0. DE LA MUESTRA : 15 probetas de concreto permeable de 10cm de diámetro y 20cm de altura aproximadamente.
2.0. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO : El procedimiento de ensayo está referenciado a las especificaciones del ACI 522R-10
3.0. RESULTADOS :

MUESTRA	DIÁMETRO DE LA MUESTRA (mm)	LONGITUD DE LA MUESTRA (mm)	VOLUMEN INICIAL	VOLUMEN FINAL	DENSIDAD	PORCENTAJE DE VACÍOS
ST-01	109.00	201.00	2200	3760	1938.10	16.79
ST-02	109.10	201.00	2200	3750	1920.25	17.55
ST-03	109.70	201.00	2200	3755	1937.30	18.15
CT-(0.05%)-1	110.00	200.00	2200	3785	1930.10	16.53
CT-(0.05%)-2	109.80	200.00	2200	3760	1935.20	17.55
CT-(0.05%)-3	109.20	202.00	2200	3770	1938.20	16.97
CT-(0.10%)-1	109.80	200.00	2200	3760	1935.15	17.55
CT-(0.10%)-1	109.10	202.00	2200	3770	1936.11	16.86
CT-(0.10%)-1	109.60	202.00	2200	3790	1934.12	16.49
CT-(0.15%)-1	109.00	200.00	2200	3765	1931.11	16.07
CT-(0.15%)-1	108.50	201.00	2200	3760	1932.16	16.02
CT-(0.15%)-1	108.00	202.00	2200	3800	1930.14	14.92
CN-01	109.30	202.00	2200	3390	1396.13	27.40
CN-02	110.30	202.00	2200	3400	1937.12	25.56
CN-03	110.20	203.00	2200	3440	1928.11	26.54

5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
 Hecho por : Ing. A. Moreno V.

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (a) del laboratorio

Anexo 8. Certificado de ensayo de granulometría.



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad De Ingeniería Civil



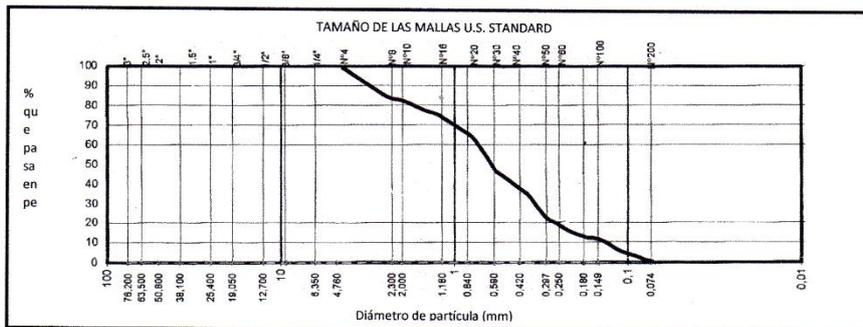
"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

INFORME : 001-EXP. 025-LMS 2018
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA MEZCLA DEL CONCRETO PERMEABLE ADICIONANDO POLIPROPILENO
UBICACIÓN : JIRÓN LA LIBERTAD, PROVINCIA DE RECUAY, ANCASH
SOLICITANTE : DARLIN KATHLEEN RONDÁN RODRIGUEZ
FECHA : MARTES, 10 DE MARZO DEL 2018

Calicata: C-1		Muestra: M-1	Prof.: 1.80 m	Progresiva:		
Diámetros (mm)	TAMICES ASTM	Peso Retenido	% Retenido parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Descripción de la muestra
76.2	3"					CLASIFICACIÓN DE SUELOS: AASHTO= A-a-1 (1) SUCS = GP-GM COEFICIENTES Cc=1.23 Cu=115.38 LÍMITES ATTEMBERG L.L.= N.P L.P.= N.P I.P.= N.P %H.N= 3.31 Observaciones: -Grava bien graduada.
63.5	2 1/2"					
50.6	2"					
38.1	1 1/2"					
25.4	1"					
19	3/4"					
12.7	1/2"					
9.525	3/8"					
6.35	1/4"					
4.76	Nº4	0,00	0,00	0,00	100,00	
2,38	Nº8	560,79	17,51	17,51	82,49	
2	Nº10					
1,18	Nº16	674,50	21,06	38,57	61,43	
0,84	Nº20					
0,59	Nº30	626,75	19,57	58,14	41,86	
0,42	Nº40					
0,297	Nº50	562,96	17,58	75,72	24,28	
0,25	Nº60					
0,18	Nº80					
0,149	Nº100	476,54	14,88	90,60	9,40	
0,074	Nº200	238,42	7,44	98,05	1,95	
	Peso inicial	3212,20	100,00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



NOTA: LAS MUESTRA FUERON TRAIIDAS POR EL SOLICITANTE A ESTE LABORATORIO

OPERADOR: TEC. FREDY VILLANUEVA OSORIO

FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV
 Laboratorio de Mecánica de Suelos
 COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N° 206 –Magdalena del Mar-Lima
 Central –Teléfono 7480888-anexo 9719-9727 Teléfono Fax 2638046
 Correo Institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo 9. Certificado de ensayo de resistencia a la compresión. Parte 1



Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto y ensayos especiales.
Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorios de ingeniería

PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LA MEZCLA DEL CONCRETO PERMEABLE ADICIONANDO POLIPROPILENO	f'c	175 kg/cm2
SOLICITANTE	RONDAN RODRIGUEZ DARLIN KATHLEEN	ESTRUCTURA	VARIOS
UBICACIÓN	JIRÓN LA LIBERTAD, RECUAY- ANCASH	MUESTRA	PROBETAS BAJO CURADO EN LABORATORIO

PROBETAS Nº	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	EDAD - DÍAS	DIMENSIONES		ÁREA DE LA BRIQUETA (cm2)	RESISTENCIA DEL DISEÑO (kg/cm2)	LECTURA DE DIAL (kg-f)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg-f/cm2)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA
				DIÁMETRO	ALTURA					
CN-1	13/03/2017	20/03/2017	7	10.19	20.7	81.55	175	6352.75	77.90	59.59
CN-2	13/03/2017	20/03/2017	7	10.21	20.5	81.87	175	6557.79	80.10	56.99
CN-3	13/03/2017	20/03/2017	7	10.23	20.7	82.19	175	6224.25	75.73	58.34
ST-1	13/03/2017	20/03/2017	7	10.22	20.5	81.98	175	6601.85	80.53	59.28
ST-2	13/03/2017	20/03/2017	7	10.22	20.5	81.98	175	6619.89	80.75	56.91
ST-3	13/03/2017	20/03/2017	7	10.24	20.7	82.34	175	5965.53	72.45	58.26
CT(0.05%)-1	16/03/2017	23/04/2017	7	10.24	20.5	82.35	175	8390.64	101.89	58.22
CT(0.05%)-2	16/03/2017	23/04/2017	7	10.25	20.7	82.52	175	10259.97	124.33	54.97
CT(0.05%)-3	16/03/2017	23/04/2017	7	10.23	20.7	82.19	175	9836.50	119.68	51.24
CT(0.10%)-1	16/03/2017	23/03/2017	7	10.23	20.5	82.14	175	8958.19	109.06	62.32
CT(0.10%)-2	16/03/2017	23/03/2017	7	10.23	20.7	82.19	175	8844.47	107.61	61.49
CT(0.10%)-3	16/03/2017	23/03/2017	7	10.21	20.7	81.87	175	9084.30	110.96	63.32
CT(0.15%)-1	16/03/2017	23/03/2017	7	10.21	20.5	81.87	175	8390.86	102.49	58.57
CT(0.15%)-2	16/03/2017	23/03/2017	7	10.21	20.6	81.93	175	7398.20	96.89	55.37
CT(0.15%)-3	16/03/2017	23/03/2017	7	10.20	20.7	81.66	175	8260.73	101.16	51.58
CN-4	13/03/2017	27/03/2017	14	10.23	20.7	82.19	175	8957.89	108.99	62.28
CN-5	13/03/2017	27/03/2017	14	10.21	20.5	81.87	175	7884.90	96.31	61.73
CN-6	13/03/2017	27/03/2017	14	10.23	20.7	82.19	175	8249.42	100.37	63.07
ST-4	13/03/2017	27/03/2017	14	10.25	20.6	82.52	175	10608.77	128.56	62.03

LAB. TECNILAB S.A.C.
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO
OPIDO RUBEN BENIGNO PEBE
JEFE DE LABORATORIO
ING. CIVIL CIP: 98594

Anexo 10. Certificado de ensayo de resistencia a la compresión. Parte 2.



Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto y ensayos especiales.
Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorios de ingeniería

PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LA MEZCLA DEL CONCRETO PERMEABLE ADICIONANDO POLIPROPILENO	f'c	175 kg/cm2
SOLICITANTE	RONDAN RODRIGUEZ DARLIN KATHLEEN	ESTRUCTURA	VARIOS
UBICACIÓN	JIRÓN LA LIBERTAD, RECUAY- ANCASH	MUESTRA	PROBETAS BAJO CURADO EN LABORATORIO

PROBETAS Nº	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	EDAD - DÍAS	DIMENSIONES		ÁREA DE LA BRIQUETA (cm ²)	RESISTENCIA DEL DISEÑO (kg/cm ²)	LECTURA DE DIAL (kg-f)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg-f/cm ²)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA
				DIÁMETRO	ALTURA					
CN-1	13/03/2017	20/03/2017	7	10.19	20.7	81.55	175	6352.75	77.90	59.59
CN-2	13/03/2017	20/03/2017	7	10.21	20.5	81.87	175	6557.79	80.10	56.99
CN-3	13/03/2017	20/03/2017	7	10.23	20.7	82.19	175	6224.25	75.73	58.34
ST-1	13/03/2017	20/03/2017	7	10.22	20.5	81.98	175	6601.85	80.53	59.28
ST-2	13/03/2017	20/03/2017	7	10.22	20.5	81.98	175	6619.89	80.75	56.91
ST-3	13/03/2017	20/03/2017	7	10.24	20.7	82.34	175	5965.53	72.45	58.26
CT(0.05%)-1	16/03/2017	23/04/2017	7	10.24	20.5	82.35	175	8390.64	101.89	58.22
CT(0.05%)-2	16/03/2017	23/04/2017	7	10.25	20.7	82.52	175	10259.97	124.33	54.97
CT(0.05%)-3	16/03/2017	23/04/2017	7	10.23	20.7	82.19	175	9836.50	119.68	51.24
CT(0.10%)-1	16/03/2017	23/03/2017	7	10.23	20.5	82.14	175	8958.19	109.06	62.32
CT(0.10%)-2	16/03/2017	23/03/2017	7	10.23	20.7	82.19	175	8844.47	107.61	61.49
CT(0.10%)-3	16/03/2017	23/03/2017	7	10.21	20.7	81.87	175	9084.30	110.96	63.32
CT(0.15%)-1	16/03/2017	23/03/2017	7	10.21	20.5	81.87	175	8390.86	102.49	58.57
CT(0.15%)-2	16/03/2017	23/03/2017	7	10.21	20.6	81.93	175	7398.20	96.89	55.37
CT(0.15%)-3	16/03/2017	23/03/2017	7	10.20	20.7	81.66	175	8260.73	101.16	51.58
CN-4	13/03/2017	27/03/2017	14	10.23	20.7	82.19	175	8957.89	108.99	62.28
CN-5	13/03/2017	27/03/2017	14	10.21	20.5	81.87	175	7884.90	96.31	61.73
CN-6	13/03/2017	27/03/2017	14	10.23	20.7	82.19	175	8249.42	100.37	63.07
ST-4	13/03/2017	27/03/2017	14	10.25	20.6	82.52	175	10608.77	128.56	62.03

LAB. TECNILAB S.A.C.
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO
OPIDO RUBEN BENIGNO PEBE
JEFE DE LABORATORIO
ING. CIVIL CIP: 98594

Anexo 11. Certificado de calibración de la prensa de concreto usada en el laboratorio de resistencia a la compresión.



METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicio de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industrial y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 117 - 2017**

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerzas

Página 1 de 3

<p>1. Expediente 17255</p> <p>2. Solicitante TECNILAB S.A.C.</p> <p>3. Dirección Mz. C Lt 6 Urb. Pachacamao Et.IV Ba.2 So.1, Villa el Salvador - Lima</p> <p>4. Equipo PRENSA DE CONCRETO</p> <p>Capacidad 2000 kN</p> <p>Marca A&A INSTRUMENTS</p> <p>Modelo STYE - 2000</p> <p>Número de Serie 150719</p> <p>Procedencia CHINA</p> <p>Identificación NO INDICA</p> <p>Indicación DIGITAL</p> <p>Marca MC</p> <p>Modelo LM-02</p> <p>Número de Serie NO INDICA</p> <p>Resolución 0,01 / 0,1 kN (*)</p> <p>Ubicación LABORATORIO DE HORMIGON</p> <p>5. Fecha de Calibración 2017-05-17</p>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
---	---

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2017-05-19


JUAN C. QUISPE MORALES



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Almagro N° 71 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERU
Telf: (511) 549-0642
Cel: (511) 971 439 272 / 971 439 262

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

Anexo12. Certificado de calibración de la balanza usada en el laboratorio de granulometría.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCB-207-2015**

Peticionario : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Atención : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

Lugar de calibración : Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos - Jr. Yungay N° 206
Magdalena del Mar - Lima

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : OHAUS Clase : III

Número de serie : 7129030317 Tipo : Electrónica

Código UNFV : 045053 Procedencia : China

Capacidad máxima : 6000 g Modelo : SPJ 6001

División de escala (d) : 0,1 g

División de verificación (e) : 1,0 g

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII - PC 001 - Indecopi - tercera edición

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 24,0 °C / 85%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 23,9 °C / 85%

Patrones de referencia : Trazabilidad INDECOPI , 01 jgo. de pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 g a 500g con certificado de calib. N° LM-C-507-2014, 01 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 kg con certificado de calib. N° LM-C-497-2014, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 2 kg con certificados de calib. N° LM-1007-2014, LM-1008-2014, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calib. N° LM-1011-2014.

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2015-12-23

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2015-12-28	 Vladimir Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMÍREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 34286

CCB-207-2015

Página 1 de 3

Anexo 13. Certificado de calibración de la balanza usada en el laboratorio de granulometría.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCB-206-2015**

Peticionario : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Atención : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

Lugar de calibración : Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos - Jr. Yungay N° 206
Magdalena del Mar - Lima

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : ACS WEIGHT Clase : III

Número de serie : 141250 Tipo : Electrónica

Código UNFV : 143137 Procedencia : China

Capacidad máxima : 30000 g Modelo : ACS30A

División de escala (d) : 1 g

División de verificación (e) : 10 g

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII - PC 001 - Indecopi - tercera edición

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 23,9 °C / 85%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 23,8 °C / 86%

Patrones de referencia : Trazabilidad INDECOPI , 01 jgo. de pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 g a 500g con certificado de calib. N° LM-C-507-2014, 01 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 kg con certificado de calib. N° LM-C-497-2014, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 2 kg con certificados de calib. N° LM-1007-2014, LM-1008-2014, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calib. N° LM-1011-2014 y 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 10 Kg con certificados de calibración N° LM-1010-2014 y LM-1009-2014.

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2015-12-23

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2015-12-28		

CCB-206-2015

Página 1 de 3

Anexo 14. Certificado de calibración del horno usado en el laboratorio.



Test & Control
Aseguramiento Metrológico

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LTH-0565-2017

O.T. : 0705-1107 Fecha de emisión : 2017-05-09 Página : 1 de 3

- SOLICITANTE** : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
DIRECCIÓN : AV. TUPAC AMARU NRO. 210, LIMA - LIMA - RIMAC
- EQUIPO DE MEDICIÓN** : HORNO
MARCA : HUMMELDT **PROCEDENCIA** : No indica
N° DE SERIE : B231ER-00079 **COD. DE IDENT.** : HORN-3
MODELO : 21-350-ER-1 **UBICACIÓN** : Area De Agregados

TEMP. DE TRABAJO : 110 °C ± 5 °C

DESCRIPCIÓN	CONTROLADOR DEL EQUIPO
DIVISIÓN DE ESCALA	1 °C
TIPO	DIGITAL

- FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.**
 La calibración se realizó el 26 de Abril del 2017 en las instalaciones de UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.
- MÉTODO.**
 La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, se usó el Procedimiento para la Calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático PC-018 2da edición del SNM-INDECOP.
- PATRÓN DE MEDICIÓN.**

INSTRUMENTO	ALCANCES DE INDICACIÓN	DIV. DE ESCALA / RESOLUCIÓN	CLASE DE EXACTITUD	CERTIFICADO Y/O INFORME	ENTIDAD
Sensores de temperatura	-100 °C a 400°C	0,1 °C	clase 2	L7-772-2016	DN-INACAL
- CONDICIONES AMBIENTALES.**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	24,8 °C	24,3° C
HUMEDAD RELATIVA	71%	66%
- OBSERVACIONES.**
 Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en las páginas siguientes del presente documento.
 La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura k=2, para un nivel de confianza de 95 %.
 Para el punto de calibración se programó a la temperatura de 110 °C, obteniéndose así una temperatura promedio en el termómetro del equipo de 110 °C y dentro de la celda un promedio de 106,8 °C así como se muestra en la tabla.
 El tiempo de estabilización para la temperatura trabajo fue de 2 horas desde las instalaciones de los sensores.
 Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.
 La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



Lic. Nicolás Ramos Ponce
Gerente Técnico
CFP: 8316



Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

Anexo 15. Certificado de calibración de la regla metálica usada en el laboratorio.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CL-0355-2017

Exp.: 64909
Fecha de emisión: 2017 - 05 - 29
Página 1 de 2

1. SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
2. DIRECCIÓN : Av. Túpac Amaru N° 210, Rímac - Lima - Lima.
3. INSTRUMENTO : REGLA METÁLICA
Marca : INSIZE Alcance de Indicación : 0 mm a 600 mm
Modelo : No indica División de escala : 0,5 mm / 1 mm
N° de serie : 2012107897 Procedencia : No indica
Código de Identif. : REGL-1 (*)
Ubicación : No indica
4. FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN
Calibrado el 2017 - 05 - 29 en el Laboratorio de Longitud y Ángulo de METROIL S.A.C.
5. MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se efectuó según el PC-ML-001 Rev. 05 "Procedimiento de Calibración de Reglas Metálicas de clase II" de METROIL S.A.C.
6. TRAZABILIDAD
Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM.
Se utilizó:
Una Regla Metálica Patrón de código IL-026 con Certificado de Calibración N° LLA-343-2016 del INACAL-DM.
Un magnificador óptico de código IL-158 con aproximación de lectura de 0,1 mm con Informe de Calibración N° LLA-073-2016 del INACAL-DM.
7. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN:
Temperatura ambiental : Inicial : 20,3 °C Final : 20,4 °C
Humedad relativa : Inicial : 54,4 % H.R. Final : 53,4 % H.R.
8. OBSERVACIONES
 - Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
 - La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.
 - La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura k=2 con un nivel de confianza del 95 %.
 - Las divisiones mínimas para los alcances de 0 mm a 100 mm y de 100 mm a 600 mm son 0,5 mm y 1 mm(*) indicado en una etiqueta adherida al instrumento.



Ing. GERARDO A. GOICOCHEA DE LA CRUZ
Gerente Técnico
C.I.P.: 171505

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROIL S.A.C.

Anexo 16. Certificado de calibración del vernier usado en el laboratorio.



**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 001**



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración
Acreditado
Registro N° LC - 001

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° L-0428-2017

Fecha de emisión : 2017-05-25

Expediente : 64909
Página 1 de 3

1. Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
2. Dirección : Av. Tupac Amaru N° 210, Rimac - Lima - Lima.
3. Instrumento : PIE DE REY
 - Marca / Fabricante : YZ
 - Modelo : No indica
 - Número de serie : No indica
 - Procedencia : No indica
 - Código de identificación : VERN-2 (*)
 - Alcance de indicación : 0 mm a 300 mm
 - División mínima : 0,05 mm
 - Tipo de indicación : Analógico
 - Código de fábrica : No indica
 - Ubicación : No indica
4. Lugar de calibración : Laboratorio de Longitud y Ángulo de METROIL S.A.C.
5. Fecha de calibración : 2017-05-25
6. Método de calibración
La calibración se efectuó por comparación directa, según el PC-012 Edición 5 "Procedimiento de calibración de Pie de Rey" del INDECOPI-SNM.
7. Trazabilidad
Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Código	Instrumento patrón	Certificado de calibración
IL-102	Bloque patrón de longitud Grado 0	LLA-C-016-2016 / INACAL-DM
IL-135	Bloque patrón de longitud Grado 0	LLA-403-2016 / INACAL-DM
IL-173	Anillo patrón Incertidumbre de 0,6 µm	LLA-691-2016 / INACAL-DM
IL-177	Varilla patrón Incertidumbre de 0,7 µm	LLA-482-2016 / INACAL-DM

8. Condiciones de calibración

Temperatura ambiental	: Inicial : 19,2 °C	Final : 19,5 °C
Humedad relativa	: Inicial : 53,8 % H.R.	Final : 53,8 % H.R.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.



Ing. GERARDO A. GOICOCHEA DE LA CRUZ
Gerente Técnico
C.I.P.: 171585

METROLOGIA E INGENIERIA LINO S.A.C.
Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 – Perú Central Telef.: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999 072 424
Consulta Técnica: (511) 713-5610 / 975 432 445 / RPM 4958 436 704 E-mail: ventas@metroil.com.pe / Web: www.metroil.com.pe

Anexo 17. Certificado de calibración del termómetro usado en el laboratorio.



Test & Control
Aseguramiento Metrológico

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LTH - 0806 - 2017

O.T. : 0955-1107 Fecha de emisión : 2017-05-30 Página : 1 de 2

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Dirección : Av. Tupac Amaru Nro. 210, Lima - Lima - Rimac

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL	TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.
Marca	: NOVUS	TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.
Modelo	: NO INDICA	
N° de Serie	: 11132975	
Intervalo de indicación	: -150 °C a 1370 °C	
Resolución	: 0,1 °C	
Sensor	: TIPO K	
Identificación del equipo	: T-291	
Identificación del sensor	: T1	
Fecha de Calibración	: 2017-05-29	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN
La calibración se efectuó por comparación directa, tomando como referencia el PC-017 "Procedimiento para la calibración de Termómetros Digitales", Segunda Edición - Diciembre 2012. SNM-INDECOPI.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	21,2 °C	21,5 °C
HUMEDAD RELATIVA	60,1 %	60,8 %

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.
El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucal
Gerente Técnico
CFP: 0316



TAD-001

Anexo 18. Certificado de calibración de la balanza usada en el laboratorio de porcentaje de vacíos.

 Aseguramiento Metrológico		
CERTIFICADO DE CALIBRACION LM - 0270 - 2017		
D.T. : 0705-1107	Fecha de emisión : 2017 - 05 - 09	Página : 1 de 3
SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Dirección : Av. Tupac Amaru Nro. 210, Lima - Lima - Rimac		
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA		TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISOMET 17025.
Funcionamiento : No Automático		TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.
Alcance de Escala : 0 g a 21000 g		
Marca : AND		
Modelo : GF-20K		
N° de Serie : 15004527		
Tipo : Electrónica		
Procedencia : Japon		
Identificación : BLZA-6		
Ubicación : Area De Agregados		
Clase : II		
Rango : Simple		Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
Capacidad Máxima : 21000 g		Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.
División de Escala (d) : 0,1 g		
División de Verificación (e) : 1 g		Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
Capacidad Mínima (*) : 5 g		
Fecha de Calibración : 2017 - 04 - 26		
LUGAR DE CALIBRACIÓN Instalaciones de UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM-INDECOPI		
TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento. El presente documento carece de valor sin firma y sello.		
PGC-16-r11/Febrero 2015/rev.01	Revisado: CCEB	 Lic. Nicolás Augusto Pazcar Gerente Técnico CYP: 0536  Aprobado: RPN

Anexo 19. Certificado del tamiz de laboratorio N° 3/4"

LD-0669-2017

O.T. : 0747-1107

Fecha de emisión : 2017-05-10

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Dirección : Av. Tupac Amaru Nro. 210 Lima - Lima - Rimac

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ

Marca : GILSON COMPANY

N° de serie : No indica

N° de tamiz : 3/4"

Tamaño de abertura : 19 mm

Identificación : MVAG-2

Procedencia : U.S.A.

Ubicación : No indica

Fecha de Calibración : 2017-05-10

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

LUGAR DE MEDICIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa, se utilizó patrones trazables a las unidades de longitud del Sistema Internacional de Unidades (S.I.) Calibrados por el DM - INACAL.

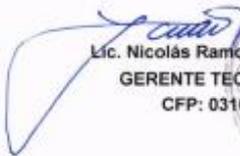
Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	20,8 °C	20,8 °C
HUMEDAD RELATIVA	68,2%	68,9%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.
El presente documento carece de valor sin firma y sello.


Lc. Nicolás Ramos Paucar
GERENTE TÉCNICO de Test & Control
CFP: 0316


Anexo 20. Certificado del tamiz de laboratorio N° 1/2''

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LD-0668-2017

O.T. : 0747-1107

Fecha de emisión : 2017-05-10

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Dirección : Av. Tupac Amaru Nro. 210 Lima - Lima - Rimac

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ

Marca : GILSON COMPANY

N° de serie : No indica

N° de tamiz : 1/2"

Tamaño de abertura : 12,5 mm

Identificación : MVAG-3

Procedencia : U.S.A.

Ubicación : No indica

Fecha de Calibración : 2017-05-10

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

LUGAR DE MEDICIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa, se utilizó patrones trazables a las unidades de longitud del Sistema Internacional de Unidades (S.I.) Calibrados por el DM - INACAL.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	20,8 °C	20,8 °C
HUMEDAD RELATIVA	66,0%	69,4%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.
El presente documento carece de valor sin firma y sello.


Lic. Nicolás Ramos Paucar
GERENTE TECNICO & Control
CFP: 0316


Anexo 21. Certificado del tamiz de laboratorio N° 1/2''

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LD-0672-2017

O.T. : 0747-1107

Fecha de emisión : 2017-05-10

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Dirección : Av. Tupac Amaru Nro. 210 Lima - Lima - Rimac

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ

Marca : GILSON COMPANY

N° de serie : No indica

N° de tamiz : 1 1/2"

Tamaño de abertura : 37,5 mm

Identificación : MVAG-6

Procedencia : U.S.A.

Ubicación : No indica

Fecha de Calibración : 2017-05-10

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

LUGAR DE MEDICIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa, se utilizó patrones trazables a las unidades de longitud del Sistema Internacional de Unidades (S.I.) Calibrados por el DM - INACAL.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	20,8 °C	20,8 °C
HUMEDAD RELATIVA	70,0%	68,6%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.


Lic. Nicolás Ramos Paucar
GERENTE TÉCNICO
CFP: 0316


Anexo 22. Recibo Digital de turnitin



Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: **DARLIN KATHLEEN RONDAN ROD...**
Assignment title: **Entrega de tesis**
Submission title: **RONDAN DPI-1**
File name: **TESIS_RONDAN_12-06-08.pdf**
File size: **4.62M**
Page count: **135**
Word count: **26,673**
Character count: **143,378**
Submission date: **12-Jun-2018 04:57 PM (UTC-0500)**
Submission ID: **975131243**



Anexo 23. Porcentaje de Turnitin

Es seguro | <https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?lang=es&os=975131243&u=1063377614&cs=3>

feedback studio DARLIN KATHLEEN RONDAN RODRIGUEZ DPI-RONDAN -- /0 < > ?



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL

"Mejoramiento de la mezcla del concreto permeable adicionando polipropileno en el Iteco La Libertad provincia de Rancagua, Aconcagua - 2017"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Autores:
RONDAN RODRIGUEZ, DARLIN
CORDOVA SALCEDO, FELIPE DOMINGO

Línea de Investigación:
DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

LINA-PIERO
Año 2018

Activar Windows
Ir a Configuración de PC para activar Windows

Página: 1 de 143 | Número de palabras: 25301 | Text-only Report | High Resolution | Activado

Anexo 24. Matriz de consistencia.

Matriz de consistencia					
Título: Diseño de la mezcla del concreto permeable adicionando polipropileno en el Jirón La Libertad Provincia de Recuay, Ancash - 2017					
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores		
Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis General:	Variable 1(independiente): Incorporación de Polipropileno.		
¿Qué relación tiene la incorporación del polipropileno con las propiedades del concreto permeable diseñando para pavimentos en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash-2017?	Evaluar la incidencia de la incorporación de polipropileno en las propiedades que tiene el concreto permeable diseñado para pavimentos en el Jirón La Libertad provincia de Recuay. Ancash-2017.	La incorporación de polipropileno mejora las propiedades que posee el concreto permeable, diseñado para pavimentos en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash-2017.	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos a usar para medir la D(laboratorio)
			D.1. Dosificación del polipropileno en tiras.	% de Tiras de Polipropileno con respecto al peso de los materiales (0.05).	La prueba del dosaje porcentual de las tiras con respecto al peso que tienen los materiales
				% de Tiras de Polipropileno con respecto al peso de los materiales (0.10.).	La prueba del dosaje porcentual de las tiras con respecto al peso que tienen materiales
				% de Tiras de Polipropileno con respecto al peso de los materiales (0.15).	La prueba del dosaje porcentual de las tiras con respecto al peso que tienen los materiales
Problemas Específicos:	Objetivos específicos	Hipótesis específicos	Variables e indicadores		
¿Cómo influye la dosificación del polipropileno, en la propiedad que tiene el concreto permeable diseñado para los pavimentos en el Jirón la Libertad Provincia de Recuay. Ancash-2017?	Evaluar la influencia de la dosificación del polipropileno, sobre la propiedad que tiene el concreto permeable diseñado para los pavimentos en el Jirón la Libertad Provincia de Recuay Ancash-2017.	La dosificación de polipropileno, influye sobre la propiedad que tiene el concreto permeable diseñado para los pavimentos en el Jirón L a Libertad Provincia de Recuay, Ancash-2017	Variable 2(Dependiente): Concreto permeable diseñado para los pavimentos		
			Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
			D1. Coeficiente de permeabilidad	Contenido de vacíos del concreto permeable	Ensayo de permeabilidad.
Coeficiente de permeabilidad del concreto permeable	Ensayo de contenido de vacíos.				

¿Cómo influye en el coeficiente de porosidad del concreto permeable la incorporación de polipropileno en su diseño de mezcla en el Jirón La Libertad Provincia de Recuay Ancash-2017?	Evaluar la influencia que existe en el coeficiente de permeabilidad del concreto permeable al incorporar el polipropileno en su diseño de mezcla en el Jirón La Libertad Provincia de Recuay Ancash-2017	La incorporación de polipropileno influye en el coeficiente de porosidad del concreto permeable en el diseño de mezcla en el Jirón La Libertad provincia de Recuay. Ancash-2017	D2. Coeficiente de resistencia a la comprensión	Resistencia a la comprensión a los 07 días	Ensayo de resistencia a la comprensión a los 07 días.
				Resistencia a la comprensión a los 14 días	Ensayo de resistencia a la comprensión a los 14 días.
				Resistencia a la comprensión a los 28 días	Ensayo de resistencia a la comprensión a los 28 días.
¿Cuál es la relación entre la granulometría del agregado grueso y la incorporación de polipropileno en el diseño de mezcla del concreto permeable del Jirón? La Libertad Provincia de Recuay- Ancash-2017	Determinar la relación existente entre la incorporación de polipropileno en el diseño de mezcla y la granulometría de los agregados en el Jirón La Libertad Provincia de Recuay Ancash - 2017	La incorporación de polipropileno en el diseño de mezcla tiene relación con la granulometría de los agregados en el Jirón La Libertad Provincia de Recuay Ancash - 2017	D3. Granulometría del agregado	El huso granulométrico	Huso Granulométrico(ensayo de granulometría)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

RONDAN RODRIGUEZ DARUN KATHLEEN

TITULADO:

MEJORAMIENTO DE LA MEZCLA DEL CONCRETO PERMEABLE,

ADICIONANDO POLIPROPILENO EN EL JIRÓN LA LIBERTAD PROVINCIA

DE REQUAY, ANCOASH - 2017

PARA OBTENER EL BACHILLER O TÍTULO DE:

INGENIERO (A) CIVIL

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 03 DE JULIO DEL 2018

NOTA O MENCIÓN : 18 (DIECIOCHO)



ING. FELIMÓN CÓRDOVA SALCEDO

COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA CIVIL



FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

RONDAN RODRIGUEZ, Darlin Kathleen
D.N.I. : 70374564
Domicilio : Jr. Enrique Villar Mz. E-3 Lt-4
Teléfono : Fijo : Móvil : 921066008
E-mail : darlin.rondan.95@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

[X] Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería
Escuela : Ingeniería Civil
Carrera : Ingeniería Civil
Título : Ingeniería Civil

[] Tesis de Post Grado

[] Maestría

[] Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

RONDAN RODRIGUEZ, Darlin Kathleen

Título de la tesis:

Mejoramiento de la mezcla del concreto permeable...
utilizando polipropileno en el Jirón La Libertad, provincia de...
Recway, Arequipa - 2018

Año de publicación : 2018

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento, autorizo a la Biblioteca UCV-Lima Norte, a publicar en texto completo mi tesis.

Firma : [Handwritten Signature]

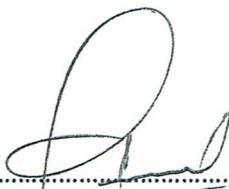
Fecha : 12/11/2018

Yo, **CÓRDOVA SALCEDO, Felimón Domingo**, docente de la Facultad de ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería civil de la Universidad César Vallejo sede norte, revisor (a) de la tesis titulada

“Mejoramiento de la mezcla del concreto permeable adicionando polipropileno en el Jirón La Libertad provincia de Recuay, Ancash-2017.”, del (de la) estudiante **RONDÁN RODRIGUEZ, Darlin Kathleen**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/La suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lima 03 de Julio del 2018



Firma

Mg. **CÓRDOVA SALCEDO, Felimón Domingo**

DNI:

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

Mejoramiento de la mezcla del concreto permeable adicionando polipropileno en el Jirón la Libertad Provincia de Recuay, Ancash - 2017

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA:

Rondán Rodríguez, Darlin Karlinesh

ASESOR:

Mg. Ing. Cordova Salcedo, Felimon Dominguez

LÍNEA DE INVESTIGACION:

Diseño de Infraestructura Vial

Lima-Perú

Año 2018



Resumen de coincidencias

18 %

Se están viendo fuentes estándar
Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias		
1	repositorio.ucv.edu.pe	3 %
2	repositorio.unival.edu...	2 %
3	www.scribd.com	1 %
4	il.uea.edu.ar	1 %
5	repositorio.unic.edu.pe	1 %
6	es.acribd.com	1 %
7	repositorio.laveriana.edu...	1 %
8	documents.riv	<1 %
9	paviper.com	<1 %
10	Entregado a Universida...	<1 %
11	es.aldafara.net	<1 %