



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Estudio del pavimento permeable como alternativa de drenaje urbano
sostenible para vías de bajo tráfico en Lurigancho – Chosica, 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Inquil Ayquipa, Laydi Yulaysi (ORCID:0000-0001-9027-6200)

ASESOR:

Dr. Paccha Rufasto, Cesar Augusto (ORCID: 0000-0003-2085-3046)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

A mis hijos Juan José y Cesar Lionel por ser mi mayor motivación para seguir adelante.

A mis padres Mercedes Ayquipa y José Inquil por confiar en mí, por su apoyo constante y por darme esas fuerzas para superarme cada día.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser el guía de mi camino y por cada bendición que me ha dado, a mis padres por su perseverancia y apoyo incondicional.

A mis profesores que en el transcurso de la carrera siempre me brindaron sus conocimientos para ser una buena profesional.

Índice de contenidos

CÁRATULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de figuras.	vi
Resumen.....	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. MARCO TEÓRICO.....	15
III. METODOLOGÍA	29
3.1. Tipo y diseño de investigación	30
3.2. Población, muestra y muestreo.....	32
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
3.4. Procedimientos.....	36
3.5. Método de análisis de datos.....	49
3.6. Aspectos éticos	50
IV. RESULTADOS.....	51
V. DISCUSIÓN.....	77
VI. CONCLUSIONES.....	80
VII. RECOMENDACIONES	82
REFERENCIAS	83
ANEXOS.....	89

Índice de tablas.

Tabla 1: Comparación entre el sistema de drenaje convencional y el sistema alternativo SUDS.....	20
Tabla 2. Precipitaciones máximas (mm) de 24 horas de la Estación Hidrometeorológica de Chosica	41
Tabla 3. Cantidad de probetas para realizar el diseño	49
Tabla 4. Clasificación de la cuenca según su tamaño.....	53
Tabla 5. Índice de compacidad para la evacuación de la forma.....	56
Tabla 6. Resumen de la clasificación del suelo.....	57
Tabla 7. características Fisiográficas	57
Tabla 8. Datos de Estación Hidrometeorológica Chosica	58
Tabla 9. Precipitaciones Máximas Mensuales y Anuales	58
Tabla 10. Resultado del análisis de datos de consistencia	59
Tabla 11. Análisis de Magnitud de Eventos	60
Tabla 12. Intensidades máximas en mm/hr y periodo de retorno.....	61
Tabla 13. Factor de ajuste de la frecuencia de absorción diaria.	62
Tabla 14. Precipitaciones máximas según sus periodos de retorno.....	63
Tabla 15. Valores de periodos de Retorno T (Años)	64
Tabla 16. Riesgo de fallas	65
Tabla 17. Caudal máximo, Método Racional.....	66
Tabla 18. Diseño de mezcla para 12 probetas.	67
Tabla 19. Diseño de mezcla para 4 probetas de agregado de 3/4".....	68
Tabla 20. Diseño de mezcla para 4 probetas de 3/8"	69
Tabla 21. Diseño de mezcla para 4 probetas de 3/4", con 25% de vacíos.....	69
Tabla 22. Diseño de mezcla para 4 probetas de 1/2"	70
Tabla 23. Resumen de diseño de mezcla según su granulométrico	71
Tabla 24. Dosificación de aditivo acelerante.	72
Tabla 25. Resultado de los especímenes ensayados a la compresión.	72
Tabla 26. Resumen de la resistencia a la compresión en relación a la edad de ensayo.....	73
Tabla 27. Tipo de fallas presentadas en el concreto poroso	74
Tabla 28. Resultados del ensayo de permeabilidad del concreto poroso.	76
Tabla 29. Comparación de resultados.....	77

Índice de figuras

Figura 1. Influencia de la urbanización en el drenaje natural	22
Figura 2. Sistema constructivo del Pavimento permeable con pozos de absorción. .	25
Figura 3. Sistema constructivo del pavimento permeable con drenaje interno de tubería perforada.....	25
Figura 4. Valores de Kn para la prueba de datos dudosos	39
Figura 5. Ejemplo de riesgo de excedencia del evento de diseño durante la vida útil.	43
Figura 6. Agregados gruesos tamizado.....	45
Figura 7. Concreto poroso con poca cantidad de agua.....	47
Figura 8 Concreto poroso con adecuada cantidad de agua.....	48
Figura 9. Concreto poroso con demasiada cantidad de agua.	48
Figura 10. Microcuenca de la Quebrada San Antonio de Pedregal, tributarios y abanicos.....	53
Figura 11. Delimitación perimétrica de la cuenca San Antonio de Pedregal	54
Figura 12. Perfil de elevación	56
Figura 13. Gráfico de columnas de precipitaciones máximas mensuales y anuales .	59
Figura 14. Gráfico de Distribución Probabilística.....	61
Figura 15. Curvas IDF	62
Figura 16. Riesgos Admisibles	64
Figura 17. Coeficiente de escorrentía método racional	66
Figura 18. Gráfico de columnas de la resistencia a la compresión a los 14 días	73
Figura 19. Falla de tipo tres del espécimen de 3/8”	74
Figura 20. Ensayo de permeabilidad del concreto poroso	76

Resumen

La presente investigación se enmarca en la problemática del AA.HH San Antonio de Pedregal, que en épocas de lluvias intensas ocasionan inundaciones y huaycos, afectando así las estructuras de las viviendas, la salud de los pobladores, aumentando la cantidad de accidentes, imperfecciones en los pavimentos, etc. Por ello el objetivo es plantear el pavimento permeable como una alternativa de drenaje urbano sostenible para vías de bajo tráfico en el distrito de Lurigancho – Chosica, en la quebrada de San Antonio de Pedregal.

Para ello se realizó un estudio hidrológico ya que es muy indispensable antes de realizar cualquier diseño de pavimentos permeables hallar las precipitaciones máximas, los caudales máximos, tiempos de retorno cada 5, 10, 20, 25, 50 y 100 años, la frecuencia con que suceden estos hechos y hallar el riesgo de falla.

Se elaboraron 12 probetas con agregados de 3/8", 1/2" y 3/4", se le agrego aditivo Super Plastificante para aumentar la resistencia y obtener el resultado deseado de 210 kg/cm² a la edad de 7 y 14 días, también se realizaron dos prototipos de 0.30 x 0.30 m para demostrar el porcentaje de filtración y su funcionalidad del concreto permeable.

Esta investigación tiene un diseño experimental de enfoque cuantitativo ya que se recolectarán datos de la estación meteorológica de Chosica, para dar consistencia a los resultados se trabajó con el Software Hidroesta, también se experimentó con el concreto permeable con ensayos a la Resistencia a la Compresión, considerando para cada cálculo y ensayo las Normas Técnicas Peruanas, normas ACI 522R-10, Norma CE. 010 y ASTM C1701.

Como resultado final se logro demostrar que el pavimento permeable es una buena alternativa de solución para la escorrentía ocasionada por las lluvias, ya que el prototipo de granulometría de 1/2", superó la resistencia deseada y cumplió con la permeabilidad deseada para la zona de estudio.

PALABRAS CLAVES: Concreto Permeable, Estudio Hidrológico, Permeabilidad.

ABSTRACT

This research is part of the problem of the AA.HH San Antonio de Pedregal, which in times of intense rains cause floods and huaycos, thus affecting the structures of the houses, the health of the inhabitants, increasing the number of accidents, imperfections in pavements, etc. Therefore, the objective is to propose permeable pavement as a sustainable urban drainage alternative for low-traffic roads in the district of Lurigancho - Chosica, in the San Antonio de Pedregal stream.

For this, a hydrological study was carried out since it is very essential before carrying out any design to find the maximum rainfall, the maximum flows, return times every 5, 10, 15, 20, 25, 50 and 100 years, the frequency with which they occur. these facts, find the risk of failure and the Rational method.

Twelve specimens were made with aggregates of 3/8 ", 1/2" and 3/4 ", Super Plasticizer additive was added to increase resistance and obtain the desired result of 210 kg / cm² at the age of 7 and 14 days Two prototypes of 0.30 x 0.30 m were also made to demonstrate the filtration percentage and its functionality of pervious concrete.

This research has an experimental design with a quantitative approach since data will be collected from the Chosica meteorological station, to give consistency to the results we worked with the Hidroesta Software, we also experimented with permeable concrete with tests of Compressive Strength, considering for each calculation and test the Peruvian Technical Standards, ACI 522R-10 standards, CE Standard. 010.

As a final result, it was possible to demonstrate that the permeable pavement is a good alternative solution for the runoff caused by the rains, since the 1/2" granulometry prototype, exceeded the desired resistance and fulfilled the desired permeability for the basin

Keywords: Permeable Concrete, Hydrological Study, Permeability.

I. INTRODUCCIÓN

Debido a los desastres medio ambientales generados por el cambio climático, es necesario la implementación de sistemas eco-amigables como los sistemas urbanos de drenaje sostenible. Por lo tanto, los profesionales de Ingeniería Civil tienen como finalidad buscar alternativas de solución tecnológicas en beneficio de la comunidad y del medio ambiente. Al respecto Cárdenas, Albiter y Jaime (2015) explicaron que, aun no se han evaluado suficientemente algunas áreas como el diseño y evaluación de viabilidades, siendo estos de impactos significativos para el medio ambiente, como el desaprovechamiento, desalojo y conducción del agua generado por las precipitaciones pluviales causadas por la impermeabilidad de los pavimentos existentes. (p. 174)

Los factores climáticos generan daños severos en los pavimentos. Al respecto, Dylla y Hyman (2018) explicaron que los datos del programa de rendimiento del pavimento a largo plazo de la Administración Federal de Carreteras muestran que el 36 por ciento del daño total a los pavimentos flexibles y el 24 por ciento del daño total a los pavimentos rígidos estudiados es causado por factores ambientales.

Los profesionales del ACI (2016) explicaron que los ingenieros civiles se dieron cuenta que las escorrentías generadas por las precipitaciones tenían el potencial de contaminar los suministros de aguas superficiales y subterráneas por ello la preocupación por la reducción de los contaminantes en el agua y el medio ambiente han incrementado. Siendo los pavimentos permeables una buena alternativa de solución para reducir las tasas de escorrentía y proteger los suministros de agua.

Hernández (2016) nos indicó que, en el congreso internacional del ACI de Lima realizado el año 2012, abarcaron temas sobre la construcción de carreteras, y entre otros. Los especialistas señalaron que aún no hay estudios de los parámetros físico – químicos de la vida útil de los pavimentos. Sin embargo, existen centros de investigación que se han involucrado con estos estudios como la Fundación de Investigación y Desarrollo de Texas (TRDF), en Sudamérica países como Brasil están iniciando este tipo de investigación, pero en Perú aún no contamos con este tipo de estudios. (p. 10)

Un gran problema en nuestro país es que no se les dan la importancia necesaria a los temas de impacto ambiental. Al respecto los especialistas de la Defensoría del Pueblo del Perú (2016) indicaron que, en el año 2001, se aprobó la *Ley del Sistema Nacional de evaluación de Impacto Ambiental*, Ley N° 27446 con el objetivo de obtener un sistema típico y coordinado de supervisión, identificación, control, prevención, y modificación previa de los impactos ambientales desfavorables originados de proyectos de inversión. Sin embargo, su reglamentación fue admitido con un atraso de más de ocho años y, a la fecha, su desarrollo aún no se ha ejecutado en su totalidad. (p. 8)

Como se sabe Lurigancho – Chosica es uno de los distritos con mayor precipitación en Lima, generando desastres naturales como huaycos, inundaciones, accidentes vehiculares, y dañando a las estructuras de las viviendas de los pobladores por la escorrentía de las aguas pluviales. Al respecto los profesionales del diario La República (2020) nos informaron que los alcaldes de Chosica y Chaclacayo solicitaron al ejecutivo y al MTC que realicen labor a fin de que el lodo y el agua que se generan por la lluvia finalicen en el río Rímac, para no perjudicar la carretera central y el libre tránsito de camiones, buses y vehículos.

Así mismo los profesionales del noticiero canal N (2015), nos informaron que el más agresivo fenómeno del niño ocasiono muchos daños a los pobladores de Chosica, siendo la quebrada San Antonio de Pedregal la más afectada, ocasionando huaycos e inundaciones en diferentes sectores, contando con 320 heridos, 200 viviendas afectadas y dos víctimas fatales.

Debido a que no se encuentra con suficientes estudios de alcance nacional sobre las precipitaciones y su impacto en los pavimentos, y cuál es la mejor opción para mitigar las consecuencias de los fenómenos naturales para las futuras obras viales de pavimentación, el proyecto de investigación busca aportar conocimientos, confrontando las diferentes teorías, contrastando resultados de diferentes autores relacionados con el tema de investigación, la capacidad de infiltración de agua y el

comportamiento del pavimento rígido ante eventos pluviométricos y el pavimento permeable con el medio ambiente.

En la práctica se justifica porque existe la necesidad de mejorar la relación de los pavimentos con las precipitaciones pluviales, siendo los pavimentos permeables una mejor opción en los proyectos de infraestructura vial en zonas de bajo tráfico para la esorrentía de las aguas pluviales.

La elaboración de los pavimentos permeables permitirá que el agua generado por los factores meteorológicos se pase directamente al subsuelo, reduciendo inundaciones, accidentes vehiculares, problemas de salud, problemas ambientales y mejorando la calidad del agua. Por lo tanto, el presente estudio tiene una importancia social para el distrito de Lurigancho – Chosica, mejorando la vida de los pobladores y sería de gran utilidad para los futuros estudios relacionados ya que se analizarán las lluvias acumuladas de la estación de Lurigancho – Chosica.

Según la base de la realidad problemática presentada en el proyecto de investigación se plantearon el siguiente problema general y los problemas específicos. El problema de investigación fue ¿De qué manera se plantearía el pavimento permeable como alternativa de drenaje urbano sostenible para vías de bajo tráfico en Lurigancho – Chosica, 2020? y los problemas específicos fueron los siguientes:

PE1: ¿Cómo determinar la intensidad máxima y el caudal generado por los eventos de precipitación en las vías de bajo tráfico en Lurigancho – Chosica, 2020?

PE3: ¿cómo elaborar un prototipo de resistencia a la compresión $F'c=240 \text{ Kg/cm}^2$ con agregados de 3/8", 1/2" y 3/4" con un 15 % de vacíos del pavimento rígido permeable para vías de bajo tráfico en Lurigancho – Chosica, 2020?

PE2: ¿Cómo intervienen el pavimento permeable ante eventos extremos de precipitación pluvial en las vías de bajo tráfico en Lurigancho – Chosica, 2020?

El objetivo general fue plantear el pavimento permeable como alternativa de drenaje urbano sostenible para vías de bajo tráfico en Lurigancho – Chosica, 2020.

OE1: Determinar la intensidad máxima y el caudal generado por los eventos de precipitación en las vías de bajo tráfico en Lurigancho - Chosica, 2020.

OE2: Elaborar un prototipo de resistencia a la compresión $F'c=240$ Kg/cm² con agregados de 3/8", 1/2" y 3/4" con 15 % a 20% de vacíos del pavimento rígido permeable para vías de bajo tráfico en Lurigancho – Chosica, 2020

OE3: Determinar la intervención del pavimento permeable ante eventos extremos de precipitación pluvial en las vías de bajo tráfico en Lurigancho – Chosica, 2020.

II. MARCO TEÓRICO

En este apartado se desarrollará una síntesis de los antecedentes nacionales e internacionales revisados acerca de nuestro tema de investigación, se colocarán las diferentes investigaciones de las tesis, libros, proyectos de investigación, artículos científicos donde aportan más conocimientos de acuerdo al tema estudiar.

Fitch y Bowers (2018) Evaluación de asfalto poroso utilizado en un departamento de Virginia de instalación de parque de transporte y paseo. Utilizaron como muestra la instalación de Park & Ride, fue pavimentada con asfalto poroso, mantenido y monitoreada durante 4 años, tiene un tamaño de 0.97 acres y fue construida en la primavera de 2013, realizando análisis volumétricos para determinar las propiedades fundamentales de la mezcla, también se midieron in situ las tasas de infiltración del pavimento usando un infiltrómetro de cabeza caída de anillo único estándar.

Si embargo, Fitch *et al.* (2018) para determinar la efectividad de diferentes tratamientos intervalos de mantenimiento, cada una de las cuatro secciones se mantuvo de manera diferente durante la vida del estudio, teniendo como resultados la tasa de infiltración promedio para el lote de asfalto poroso Park Ride ha disminuido sustancialmente durante el periodo de monitoreo de 4 años. El lote continúa funcionando con una tasa de infiltración promedio de aproximadamente 123 pulgadas / hora.

Así mismo Fitch *et al.* (2018) recomendaron que la División de Materiales del Departamento de Transporte de Virginia debe supervisar la formación de un grupo asesor para guiar investigaciones futuras, identificar las necesidades de recopilación de datos y liderar el diálogo necesario con las partes interesadas del VDOT formando posiciones de política con respecto al tipo de instalaciones para las cuales se permitirá el asfalto y VDOT podrá utilizarlo mejor.

Narciso, J. (2018) Desarrolló la gestión de inundaciones por caudales máximos en la parte baja de la Subcuenca Pedregal, con el fin de ayudar a la población a mejore la calidad de vida, el tipo de método de investigación fue empírico, deductivo e inductivo por estar basado en la observación en campo, también usaron los métodos de regionalización para las precipitaciones, el método de caudales máximos, diagnostico físico para los parámetros geomorfológicos.

Así mismo Narciso, J. (2018), estudio las precipitaciones y sus caudales con periodos de retorno de 5,10, 15, 20, 25, 50 y 100 años por el método de Gumbel, la investigación concluyo en que las precipitaciones en los periodos de retornos ya mencionados son 21.7, 29.2, 33.5, 36.5, 38.8, 45.9, 52.9 mm respectivamente y los caudales son 8, 12, 15, 17, 19, 23, 28 m³/s, proponiendo como medida de prevención ante las inundaciones la recolección de materiales rocosos y desecho de los remanentes del cauce, forestación a los alrededores de la sub cuenca Pedregal, construcción de andenes y técnica de alerta de peligro por inundación, calculando un presupuesto de S/. 227,000.00, S/. 9,044.00, S/. 89,900.00 y S/. 30,000.00 respectivamente.

Vega (2018) elaboró el diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al nuevo puerto de Yurimaguas (km 1+000 a 2+000), se realizó en 9.4 kilómetros de longitud procediendo con el diseño del pavimento rígido y flexible, para el pavimento flexible se utilizó la metodología de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y la del instituto de asfalto (IA), mientras que para el pavimento rígido se utilizó Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y la de Portland Cement Association (PCA), con los diseños obtenidos, se prosiguió a hacer una comparación de costos entre el costo por mantenimiento del pavimento y el costo inicial de la construcción.

Hernández (2016) nos indica que, mediante el análisis de la variación de temperatura, estudió la evaluación comparativa del impacto ambiental, entre pavimentos flexibles y rígidos.

Así mismo, Hernández (2016) desarrolló la investigación por las calles del distrito de Magdalena del Mar, ciudad de Lima, empleó un diseño metodológico que engloba el uso de herramientas de programación, estadística y valoraciones, la investigación fue descriptiva (deductiva) y a su vez longitudinal. Como resultado el pavimento rígido generó un efecto inferior de temperatura frente al pavimento flexible, el calor originado por el pavimento generó que la temperatura se eleve en la zona involucrada, en la zona 1 el pavimento registro una temperatura mínima de 19°, una máxima de 27 °, y la temperatura del aire fue de 17.9° en promedio. Mientras en la zona de estudio 2 el

pavimento registro una temperatura mínima de 20°, una máxima de 30°, y la temperatura del aire de 17,6 de promedio.

Adicionalmente Hernández (2016) recomendó que se desarrollen investigaciones del mismo tipo, con diferentes procesos constructivos como la calidad del material, variables de la luminosidad artificial, variables uso de carga (tráfico), etc., para así poder llegar a panoramas más completos sobre proyectos eco – amigables.

Redondo, L. y Zúñiga, L. (2016) estudiaron a los pavimentos permeables como alternativa de drenaje para las escorrentías, utilizo como muestra la literatura de las distintas investigaciones. Como resultado nos indicó que los pavimentos permeables deben aportar un funcionamiento estructural capaz de manejar un determinado evento de precipitación, teniendo en cuenta las características de percolación de la capa de pavimento, el acopio adecuado filtrado por los vacíos de la sub-base, adicionalmente una capacidad de drenaje longitudinal si este fuese necesario y la reacción de los pavimentos ante precipitaciones extremas.

Así mismo Redondo, L. *et al.* (2016) recomendaron que se deben realizar diferentes pruebas de los concretos permeables considerando vacíos entre el 15% y el 40%, con intensidades de 20 a 100 mm/h, también que se debería establecer un método que tenga en cuenta la colmatación.

Cárdenas *et al.* (2015) estudiaron los pavimentos permeables. Una aproximación convergente en la construcción de viabilidades urbanas y preservación del recurso agua, utilizando como muestra lo que reportaron Suriya y Mudgal (2012), realizando un estudio causal indicando que en las zonas urbanas impermeables el 90% de las precipitaciones pueden transformarse en escurrimiento superficial, mientras que desciende hasta 25% en las zonas de entornos naturales permeables. Se puede visualizar en la siguiente imagen.

Cárdenas *et al.* (2015) nos indicó que con esta evidencia se plantea una justificación de que al construir pavimentos tradicionales ayuda a empeorar el problema de las precipitaciones pluviales. Concluyendo que es necesario incluir como una alternativa los concretos permeables para lograr una movilidad urbana

sustentable, ya que ayudan a mejorar el manejo, infraestructura y preservación del agua. Así mismo Cárdenas *et al.* (2015) recomendó ayudar a difundir el uso de los concretos permeables en su versión actual e investigar en comportamiento a través de sus variables y lograr productos que al mismo tiempo sean resistentes y permeables.

Brown y Borst (2015) estudiaron la concentración de infiltrados de nutrientes de tres tipos de pavimentos permeables. La mayoría de las pruebas estadísticas se calcularon con Statistica, Versión 9.1 (StatSoft, 2009).

Por consiguiente, Brown *et al.* (2015) nos indicaron que los conjuntos de datos con una gran proporción de resultados por debajo del límite de detección informado por el laboratorio se analizaron utilizando ProUCL 5.0 (USEPA, 2013). Se usó un nivel de significancia de $\frac{1}{4}$ 0.05 para todas las comparaciones. Demostraron la efectividad generalizada para sistemas de pavimentos permeables en reducir y retrasar el caudal máximo, reducir el volumen de escorrentía, y captura de metales pesados y otros contaminantes unidos a partículas de aguas pluviales. Así mismo Brown *et al.* (2015) recomendó que se necesita un estudio que compare el enclavamiento permeable, del pavimento de concreto permeable (PICP), concreto permeable (PC) y asfalto poroso (PA).

Barahona, J. (2014) analizó y diseño sistemas urbanos de drenaje sostenible para la solución de aguas lluvias aplicando la técnica de firmes permeables, centrando el estudio en pavimentos permeables de adoquines de hormigón en estacionamientos y en vías de circulación del proyecto inmobiliarios “Condominio Ercilla” Emplazado en la ciudad de Temuco.

En conclusión, Barahona, J. (2014) nos indicó que para dar solución al drenaje de las aguas lluvia, el proyecto se dividió en dos zonas, en la primera se dispuso la infiltración completa de los pavimentos permeables al terreno principal, y en la segunda zona se proyectaron pavimentos permeables sin permeabilidad al terreno conduciendo el volumen afluente hacia un estanque de almacenamiento mediante un sistema de drenaje longitudinal, el cual podrá ser utilizado luego en un uso no potable.

A continuación, se desarrollarán las teorías relacionadas al tema de investigación.

Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenibles (SuDS): Estos sistemas son amigables con el medio ambiente y toman en cuenta mejorar la gestión del agua, el sistema urbano y los diferentes intereses de crecimiento de la población, que la respuesta hidrológica de la urbanización sea lo más parecido posible a la del estado natural antes del crecimiento urbanístico con respecto a la cantidad, al respecto Abellám, A. (2013) describió que:

“Para desarrollar los diferentes intereses de la población se debe contar con un sistema de drenaje que ayude a la mejora del diseño urbano y aporte al desarrollo sostenible. Se considera la calidad del agua (contaminación), la cantidad del agua (inundaciones) y el uso público al reutilizar, para la adecuada gestión del agua superficial”. (p. 12)

El drenaje sostenible a diferencia del convencional, sirve para gestionar el caudal y los contaminantes que arrastra la escorrentía, los medios para la gestión de los caudales, emplea la evacuación, la evapotranspiración, la filtración e infiltración.

Tabla 1: Comparación entre el sistema de drenaje convencional y el sistema alternativo SUDS

	SISTEMA CONVENCIONAL COLECTORES	SISTEMA ALTERNATIVO SUDS
Coste de construcción	Pueden ser equivalentes, aunque los usos indirectos de los SUDS reducen su coste real	
Costes de operación y mantenimiento	Establecido	No establecido: falta experiencia
Control de inundaciones de la propia cuenca	Sí	Sí
Control de inundaciones aguas abajo	No	Sí
Reutilización	No	Si
Recarga/ Infiltración	No	Si

Eliminación de contaminantes	No	Si
Beneficios en servicios al ciudadano	No	Si
Beneficios educacionales	No	Si
Vida útil	Establecida	No establecida: falta experiencia
Requerimientos de espacio	Insignificantes	Dependiendo del sistema pueden ser importantes
Criterios de diseño	Establecidos	No establecidos: falta experiencia

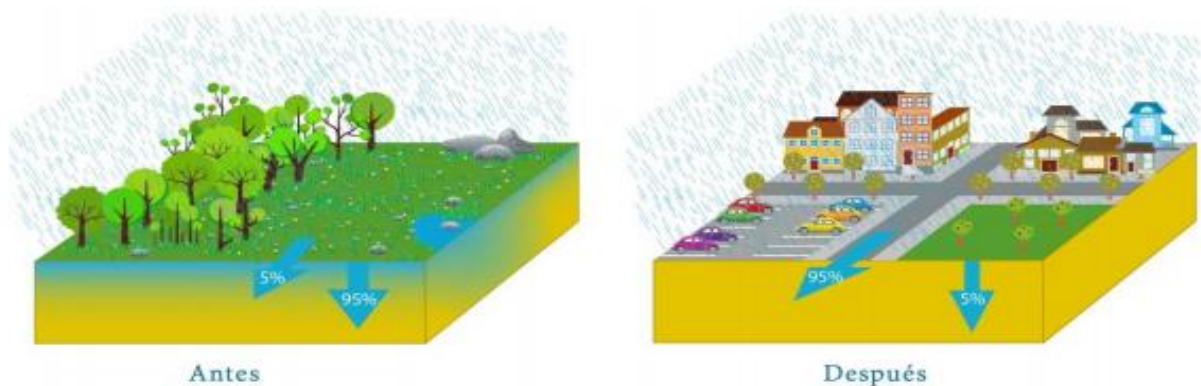
Fuente: Trapote A. y Fernandez H. (2016)

Objetivos de los Sistemas Urbanos de drenaje Sostenible:

Para Trapote A. y Fernández H. (2016) nombra tres objetivos de los SUDS.

- Disminuir el volumen del caudal de escorrentía generado por las lluvias: Dando solución a la incapacidad hidráulica de la red de drenaje pluviales que son generados por el crecimiento urbano que no fueron considerados en el periodo de la proyección de la misma, y hacer prevenir el precio de un proyecto para ampliar su capacidad de drenaje o asumir los gastos por inundaciones y accidentes.
- Mejorará la calidad del agua disminuyendo los sedimentos arrastrados de las escorrentías: en el caso de los puntos de vertidos ocasionará un óptimo funcionamiento de las depuradoras, o una disminución de la contaminación del ecosistema (mar, ríos, acuíferos, etc.)
- Ocasionar utilidad para la sociedad, el medio ambiente, la mejora paisajística y minimizar costes económicos en las gestiones pluviales.

Figura 1. Influencia de la urbanización en el drenaje natural



Fuente: Trapote A. y Fernández H. (2015).

Los pavimentos: Según los especialistas del Registro Nacional de Edificaciones (2016) está conformada por un conjunto de capas, estructuras diseñadas para recibir cargas del tránsito vehicular que están apoyadas sobre un terreno natural. También se aplica a estacionamientos, aceras o veredas, pasaje peatonal y ciclo vías. (p. 93)

- **Pavimento permeable:** Estructura que permite la filtración del agua al sub suelo o a un sistema de drenaje interno, que puede ser de asfalto, concreto y adoquines, para Cárdenas *et al.* (2015) son aquellas construcciones de infraestructuras sostenible, que infiltra, transporta, conserva y maneja las aguas de lluvia,
- **Estructura del pavimento permeable:** consiste por lo general en tres capas, al respecto Cárdenas *et al.* (2015) indicaron:

“Conformada por una capa de rodadura que puede ser de asfalto, concreto, arcilla grava con mayor cantidad de vacíos compuesta con granulometría de gran tamaño o geo-células plásticas para el almacenamiento del agua en la sub – base reteniéndola parcial o completamente, poco o nada de finos para una adecuada instalación de la superficie de rodamiento, también puede ser de asfalto, arcilla, grava, pasto “

Tipos de pavimentos permeables: Existen variedad de pavimento permeables, clasificándolo en tres grupos según los materiales de capa de rodadura: (i) Pavimentos de asfalto poroso.

Concreto permeable: Según los especialistas de National Ready Mixed Concrete Association (2016) es un concreto particular con alta porosidad, que permite la filtración del agua proveniente de las precipitaciones, usado en superficies de concreto para reducir las escorrentías superficiales y recargando las aguas subterráneas.

De las Cruz, Y. (2017) nos explica que también son conocidos como concretos porosos, que están compuestos por agregados gruesos de un solo tamaño que puede ser de 3/8", 1/2" y 3/4", cemento y agua, poco o nada de fino, lo que genera una estructura porosa permitiendo que el aire y agua pasen a través de la estructura. Las cantidades de cemento y agua se controlan con mucho cuidado en la mezcla que no permita perder la fluidez mezclándolo con el árido grueso y su posterior colocación del hormigón, manteniendo un sistema de vacíos conectado entre el 15% y 35 % de permeabilidad, este depende mucho de los materiales y aplicación.

Proceso constructivo del pavimento de concreto permeable

De las Cruz, Y. (2017) nos dice que como cualquier sistema constructivo en obras civiles los pavimentos permeables también requieren de un plan y conocimiento de la zona donde se va ejecutar el proyecto para poder garantizar su máximo desempeño y vida útil.

- **Información básica del lugar de aplicación**

De las Cruz, Y. (2017) nos explica que primero tenemos que realizar un estudio al lugar donde se aplicará el proyecto, datos como: geología, topografía, perfiles de suelo y patrones de drenaje, clasificación hidrológica del suelo (A, B, C, D), antecedentes históricos de las precipitaciones, rellenos o compactaciones, humedales y pozos, etc.

- **Durante la construcción**

De las Cruz, Y. (2017) Es importante considerar el clima ya que si se contara con precipitaciones de recomienda que los sedimentos no deberían estar en el lugar de construcción, siendo necesario desviar la escorrentía mediante canales de drenaje ya que podrían obstruir la estructura con partículas contaminantes, acortando su vida útil. Es importante considerar el clima, en el lugar de acopio se tiene que cuidar los materiales, es importante que los agregados gruesos estén limpios y sin partículas finas.

Se tiene que ubicar y trazar el área del lugar donde se va ubicar el pavimento permeable y también debemos marcar los niveles donde va quedar nuestro nuevo pavimento permeable terminado.

- **Preparación de la Sub rasante**

Para obtener una adecuada estabilidad para los pavimentos permeables como para los tradicionales, se necesita una apropiada compactación garantizando la resistencia e igualdad de la sub rasante (Esto se requerirá si el sistema va funcionar como vía vehicular y tenga un CBR inferior al 5%) se debe tener cuidado ya que si ocurre una sobre compactación esta puede ocasionar la disminución de la facultad de infiltración de la subrasante que para el caso de infiltración total debe ser mayor a 13 mm/hora.

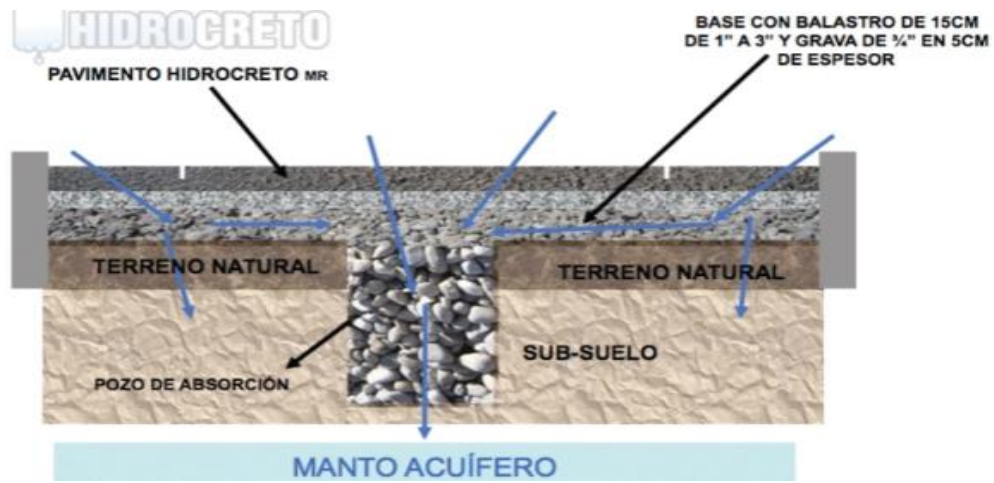
Se pueden incluir pozos de absorción estos permiten una mayor acumulación de agua de lluvia, lo cual a través de ellos puede ser filtrada al sub suelo aumentando los mantos acuíferos gracias a la presión hidrostática del agua. El número de pozos se determinan de acuerdo a la permeabilidad del terreno y a la cantidad de agua que llegan a este.

Según los profesionales de Hidrocreto (2017) nos recomiendan abrir pozos de absorción de 1.0x1.0x1.0 m., uno por cada 100 m² y rellenarlo con balastro (piedra entre 4" a 8") aplicándolo en los pozos y toda el área, al compactar el relleno debe ser de 25 cm.

Luego se rellenará con grava de ¾" o ½" luego se compactará por medios mecánicos, sobre esta base se colocará el pavimento permeable se vibrocompactará durante su colocación para obtener un espesor de 10 cm.

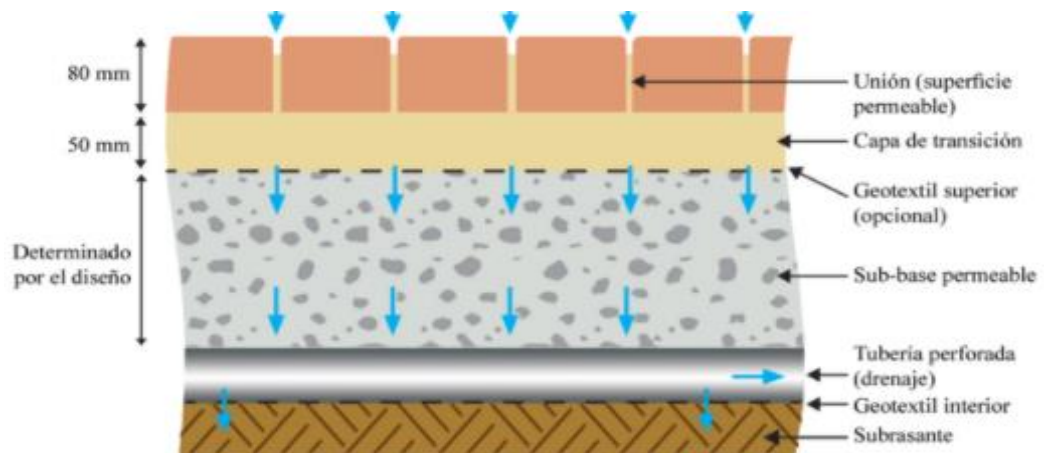
Figura 02. Sistema constructivo del pavimento permeable con pozos de absorción

Figura 2. Sistema constructivo del Pavimento permeable con pozos de absorción.



Fuente: Hidrocreto (2016)

Figura 3. Sistema constructivo del pavimento permeable con drenaje interno de tubería perforada.



Fuente: Cárdenas *et al.* (2015)

Filtro geotextil: Para Fitch *et al.* (2018) el geotejido está conformado por una tela flexible y permeable de polipropileno y poliéster (fibras sintéticas), según su función o uso a desempeñar pueden ser de forma tejida o no tejida.

Según De La Cruz, Y. (2017) nos indica que podemos obtener una permeabilidad 10 veces mas que la subrasante con un geotextil no tejido en material sintético, estableciendo un traslapo mínimo de 30 cm.

Inundaciones: Según Narciso, J. (2018) Es un fenómeno natural que se genera por la exceso de agua de las lluvias en un definido lugar que resulta la crecida de corrientes de aguas superficiales, elevación del nivel freático, arroyos, quebradas, etc. (p. 23)

Así mismo pueden ser creados de causa artificial como las roturas de tanques, roturas de tuberías, roturas de presas, problema por la canalización por bloqueo natural o artificial, etc.

A. Inundaciones lentas o progresivas

Son aquellas que se exponen en las zonas planas contiguo a las riberas de los ríos cuando las precipitaciones se mantienen por prolongado tiempo. (Narciso, J. 2018. p.24)

B. Inundaciones torrenciales o súbitas

Se ocasionan por tormentas torrenciales en las cuencas de alta pendiente que carecen de cubierta vegetal.

Así mismo Narciso, J. (2018) indica que se pueden incrementar en minutos u horas siendo su característica principal es la capacidad del arrastre de materiales y una gran capacidad de destrucción. También pueden presentarse como resultado de la rotura de diques construidos o represamientos de agua.

C. Inundaciones urbanas

Se presentan en ciudades de topografía cóncava o plana q no cuentan con redes de drenaje con capacidades para evacuar las aguas de las precipitaciones, de las crecidas de los ríos y quebradas que bordean o cruzan las poblaciones. Los caudales máximos en las tuberías de drenaje

son ocasionados por la impermeabilidad de las superficies causando las inundaciones urbanas al reducir el tiempo pico y del tiempo base del hidrograma. (P.24)

La mayoría de redes de drenaje son deficientes en la capacidad hidráulica por causa de la forma del terreno y por los sedimentos que entran a la red al ocurrir el extremo del evento ocasionando desbordes por los imbornales, canales, las tapas de las cámaras de inspección, cajas domiciliarias e incluso de los aparatos sanitarios e inundando las vías y edificaciones- (Narciso, J., 2018. p.24)

Isla de calor: Cárdenas *et al.* (2015) indicaron que es el incremento de las temperaturas que se encontraron en las zonas urbanas originadas por la retención de la radiación solar y por la falta de humedad generan una afectación al medio ambiente. (p.174) En consecuencia en los últimos años este efecto se ha incrementado debido al cambio climático.

Contaminación difusa: Cárdenas *et al.* (2015) Son los problemas generados por las excesivas aguas pluviales que pueden acarrear materiales tóxicos, no pueden ser tratadas en las plantas instalas por el origen del evento ocasionando que se descarguen directamente am medio ambiente.

Drenaje: Los especialistas de Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) su función es evacuar las aguas de las lluvias eliminando la humedad superficial de las carreteras y pavimentos. (p.28) Para el drenaje superficial en los pavimentos, pendientes transversales mínimas para la subrasante, base, subbase y superficie de rodadura. El drenaje superficial incluye alcantarillas, badenes, bombeo, cajas de recolección, cunetas, etc.

Permeabilidad: Según Barahona, J. (2014) es la capacidad que tiene algún cuerpo (suelo) que permite el paso de los fluidos como el agua, sin que este altere la estructura del cuerpo, la permeabilidad se cuantifica en base al coeficiente de permeabilidad, para calcular la velocidad con la que pasa el agua a través del cuerpo del terreno y para una gradiente unitaria.

Precipitaciones pluviales: Según Cárdenas *et al.* (2015) es el ascenso del aire húmedo, que desciende de la atmósfera a la superficie en sus diferentes formas de agua, sólida o líquida, manifestándose como granizo, nieve, lluvia o llovizna.

Percolación: Es aquel que permite el paso lento de fluidos que pasa a través del suelo, roca o cuerpo generando un caudal interno (corrientes subterráneas, se podría decir que es lo contrario a la escorrentía

Escorrentía: Redondo, L. y Zúñiga, L. (2016) nos describieron que la escorrentía es el acumulado de los fluidos como el agua, lluvias, lloviznas u otras fuentes, que se vierte sobre la tierra, en hidrología es la altura del agua que circular sobre la superficie de una cuenca, se produce cuando las precipitaciones exceden la capacidad de infiltración.

Cuidados de las membranas impermeables

De La Cruz, Y. (2017) nos describe:

“Resume que durante el proceso constructivo la membrana impermeable debe estar intacta, sin roturas ni rajaduras, y para el tema del sistema de infiltración cero se debe asegurar su longitud de traslapo no menor a 60 cm”.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Hernández, *et al.* (2014) definieron que la investigación de enfoque cuantitativo busca comprobar hipótesis a través de la recolección de datos, utilizando el análisis estadístico y medición numérica. Se realizan preguntas de investigación y deducción de objetivos, se estudia la literatura y se construye una perspectiva teórica. (p. 4)

Además, Hernández, *et al.* (2014) explicaron:

“Mientras un estudio cuantitativo se basa en investigaciones previas, el estudio cualitativo se fundamenta primordialmente en sí mismo”. (p. 10)

El tipo de investigación es aplicada ya que se busca descubrir una solución para las inundaciones generadas por la escorrentía de las precipitaciones, estudiar las características y propiedades del concreto y así satisfacer las necesidades de los pobladores de San Antonio de Pedregal, ya que la presente investigación obtendrá resultados numéricos.

El enfoque de nuestro estudio es cuantitativo, por qué se realizarán estudios previos sobre los pavimentos permeables, se formulará las hipótesis para cada problema específico recolectando datos de la lluvia acumulada registrada por SENAMHI en la estación del distrito de Lurigancho – Chosica para hallar la intensidad máxima, el volumen pluvial con el Software Hidroesta con un periodo de retorno de 5, 10, 20, 25, 50, 100 años y los caudales máximos con el método racional, finalmente trataremos de demostrar que los pavimentos permeables son una buena alternativa de drenaje urbano sostenible a través de prototipos de 0.30 m x 0.30 m con agregados gruesos de tamaño 3/8", 1/2" y 3/4" de piedra.

Así mismo para Sanchez, H., Reyes, C. y Mejía, K. (2018) el enfoque cuantitativo son estudios que realizan la acumulación que estudia los antecedentes para responder a las dudas de la investigación y experimentar hipótesis elaboradas anticipadamente, se basan en el conteo, la medición numérica y en las estadísticas para establecer con exactitud pautas de comportamiento.

Diseño de investigación experimental

Al ser el objetivo de nuestro estudio determinar de qué manera los pavimentos rígidos permeables son una alternativa de drenaje urbano sostenible para vías de bajo tráfico en Lurigancho – Chosica, se acudirá a un diseño experimental ya que habrá manipulación de la variable independiente pavimento permeable y cuál es la consecuencia que ocasiona a la variable dependiente drenaje urbano sostenible, que se conocerá al operar la variable independiente con los prototipos de concreto permeable y cuál sería su comportamiento frente a un evento de precipitaciones, este dato se obtendrá luego de analizar la estación Pluviométrica de Chosica.

Hernández, *et al.* (2014) define a la investigación experimental como un estudio al que se maneja una o más variables independientes intencionalmente, y luego se examinar los efectos en las variables dependientes, donde el investigador puede controlar la situación.

Variables y operacionalización

Espinoza, E. (2018) nos indicó que una variable es un distintivo que permite reconocer a un elemento no establecido dentro de un determinado grupo. Este conjunto suele ser determinado como conjunto general de variable, y cada parte incluida implementa un valor variable. Según el grado del problema se hace necesario la operacionalización de las variables ya que corresponden a conceptos imprecisos, que pueden tomar según el interés, el tipo de estudio o especialidad ejecutada por el investigador.

Según Sanchez, H. *et al.* (2018) la operacionalización es la manera de requerir el significado de un concepto o constructo al determinar las actividades indispensables para medirla. Es la acción u operación que se utiliza para medirlas o manipularlas.

El proyecto de investigación cuenta con dos variables:

- **La variable independiente:** es el pavimento permeable: Según Jato, D., Andrés, V., Rodríguez, J. y Castro, D. (2019) describen al pavimento permeable

como pavimentos que dejan filtrar agua en el terreno natural o sea captada y detenida en capas subsuperficiales para su evacuación o reutilización. (p. 33)

Al respecto Hernández, *et al.* (2014), nos describe que:

“(…) en una conexión entre variables la supuesta causa es considerada la variable independiente, como condición antecedente, mientras que la variable dependiente es la consecuencia ocasionada por dicha causa (p. 130)

Su enfoque es cuantitativo ya que el pavimento será ensayado la resistencia a la compresión, las características y medidas de sus elementos, y la capacidad de filtración del agua.

Se calculará la intensidad máxima, el caudal de las precipitaciones y se hará un prototipo del pavimento permeable con agregado grueso de 3/8”, 1/2” y de 3/4”, por ello el enfoque de la variable es cuantitativo.

- **La variable dependiente:** Drenaje Urbano Sostenible, según Abellán, A. (2013) son aquellos que aportan al desarrollo sostenible a través de sistemas de drenaje y al progreso del proyecto urbano, retribuyendo a los intereses que intervienen en la comunidad.

3.2. Población, muestra y muestreo

A. Población:

Según los especialistas del Colegio Mexicano de Inmunología Clínica y Alergias, A.C. (2016) nos denota que la población es un conjunto de estudios de sucesos, limitados, accesibles y preciso, que nos ayudará como un referente para obtener nuestra muestra cumpliendo con una serie de criterios predeterminados. (p. 202)

La investigación se realizará en la población de San Antonio de Pedregal perteneciente al Distrito de Lurigancho – Chosica, está ubicado a la altura del kilómetro 32 de la Carretera Central y se desarrolla en el margen del río Rímac. La ciudad tiene un espacio aproximado de 236.47 Km², con una población de

240 814 habitantes, una conformación urbana de forma lineal, los meses con mayores precipitaciones son de diciembre a marzo generando inundaciones dentro de la cuenca de San Antonio de Pedregal, este estudio se puede aplicar a todas las vías de transporte de bajo tráfico.

- Criterios de inclusión: Zonas con intensidad de lluvias, pavimentos deteriorados, vías que falten pavimentar, zonas de mayor afección debido a las escorrentías de las lluvias.
- Criterios de exclusión: Pavimentos con un adecuado sistema de drenaje, zonas con poca posibilidad de lluvias.

B. Muestra:

Así mismo los especialistas del Colegio Mexicano de Inmunología Clínica y Alergias, A.C. (2016) nos describieron que deben incorporarse muestras o sub grupos de poblaciones para cualquier estudio de investigación y en mínimas ocasiones, la población total o universo completo ya que nos apoya a estudiar a un número menor de personas o sectores, ocasionando menor periodo de estudio y más preciso. (p. 203)

Como muestra tomaremos la Av. principal Tupac Amaru del A.H. San Antonio de Pedregal con distancia aproximada de 1.75 km, entre el cruce de la Av. Trujillo Sur hasta el cruce con la Av. Las Palmeras, la cual se encuentra pavimentada con asfalto en mal estado, con una antigüedad de 10 años.

C. Muestreo:

Los especialistas Hernández, *et al.* (2014) nos indicaron que el muestreo se centra en “que o quienes”, es decir, en los objetos, sucesos, participantes o colectividades de estudio, dependiendo del planteamiento y los alcances de la investigación.

La técnica estadística de nuestro proyecto es no probabilística por conveniencia ya que hemos elegido el lugar intencionalmente por ser una de las localidades con mayor intensidad de lluvias en Lima y buscamos causas relacionadas con

los objetivos de nuestra investigación siendo A.H. San Antonio de Pedregal una población afectada por la escorrentía de las lluvias siendo un lugar adecuado y asequible.

D. Unidad de análisis:

Según Hernández, *et al.* (2014) la unidad de muestreo se centra en los componentes, sucesos, objetos o colectivos de estudios, dependiendo de los alcances y planteamientos de la investigación. (p. 172)

Nuestro objeto de estudios será cada 100 m de un total de 1750 m de la Av. principal Tupac Amaru del A.H. San Antonio de Pedregal, teniendo 17.5 tramos como estudio para determinar cuál es el caudal de la escorrentía, para implementar el pavimento permeable.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

A si mismo Herrera *et al.* (2015) nos indicaron que el investigador se convierte en el primordial instrumento de la recolección de datos. Por medio de las técnicas abiertas y vivenciales se implementará el conocimiento tácito

Para Pulido, M. (2015) define al instrumento de recolección de datos:

“Son herramienta que forma parte de una técnica de recolección de datos. Puede darse como un manual, una prueba, una guía, un aparato, un cuestionario o un test”.

La técnica que se empleó para recabar la información es la observación, el análisis documental y la evaluación directa, ya que se va tomar la información registrados en la página web del SENAMHI de la Estación Meteorológica Automática Lurigancho – Chosica que está establecida por la ley N° 24031 del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú modificada por la ley N° 27188, establece que SENAMHI es un organismo Público Descentralizado teniendo por finalidad promover la transparencia y regularizar el derecho elemental de acceso a la información confirmado en el numeral 5) del artículo 2 de la Constitución Política del Perú.

Se elaborará 12 probetas para con agregados de 3/8", 1/2" y 3/4" con un porcentaje de vacíos de 15 %, para luego ensayarlos a fuerzas a la compresión y así verificar si se pudo llegar a la resistencia deseada de $F'c=240 \text{ kg/cm}^2$.

Se trabajará con las normas Técnicas Peruanas N° 034 – 2008 – MTC, N°3599 – 2008 – MTC/14, se tomarán datos de la norma ACI 522R-06, para los materiales y propiedades mecánicas para la elaboración de las probetas, para la resistencia a la compresión y ASTM C1781 para la prueba de la permeabilidad.

Según Pulido, M. (2015) nos indicó que la investigación documental se puede definir como un proceso de recolección, análisis y organización de datos que tratan de un tema en particular.

Para la recopilación de datos se emplearán los instrumentos de medición indirecto como el software Hidroesta para analizar los periodos de retorno de 10, 25, 50, y 100 años y el método racional validado y aprobado por el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial mediante el Decreto Supremo N° 034-2008-MTC, que dispone un manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, que sirve como guía para el diseño del drenaje superficial y subterránea de la infraestructura vial.

- **Método Racional.**

Los especialistas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2015), definieron al método racional como:

“En función a las precipitaciones se calcula el caudal máximo, en base a las características de la cuenca, abarcando todas las abstracciones en un solo coeficiente. Este método es normalmente usado para cuencas $A < 10 \text{ km}^2$. Considerar que la duración de P es igual a t_c ”. (p. 49)

La descarga máxima de diseños se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$Q = 0,278 CIA$$

Dónde:

Q: Descarga máxima de diseño (m^3/s)

C: Coeficiente de escorrentía (Ver tabla N° 1)

I: Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A: Área de la cuenca (km²)

- Método Tiempo de Concentración

Giandotti define que para calcular el tiempo de concentración se toma en cuenta la función de la longitud del cauce principal, el área y la elevación media del cauce, con la siguiente ecuación.

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}}$$

Dónde:

T_c: tiempo de concentración en horas

L: longitud del cauce principal en km.

S: área de la cuenca en km²

H: altura media de la cuenca

Se usará el Software Eart Pro, para poder localizar la zona de estudio, el perímetro y área de la cuenca, también se hará uso del Software Word y Excel para presentar y calcular la información correspondiente al proyecto.

Por lo tanto, este método es confiable ya que ha sido utilizado por muchas investigaciones y documentos técnicos para la precisión de los parámetros hidrológicos e hidráulicos de proyectos de obras de infraestructura vial.

3.4. Procedimientos

Para la realización del proyecto de investigación, primero se tendrá que visitar el lugar de estudio y hacer un recorrido por las zona, para observar las condiciones y características de las calles, luego se recopilará y analizará la información acerca del problema que ocasionan los eventos pluviales en la población del A.H. San Antonio de

Pedregal del distrito de Lurigancho – Chosica y cuál es la magnitud del daño ocasionado, luego se realizara investigaciones de tesis, libros, artículos científicos, fuentes confiables de internet, etc., confrontando las teorías y resultados de los diferentes autores, así comprender y delimitar lo que se va estudiar acerca de los pavimentos permeables.

Como guía conceptual y metodológica utilizaremos el manual hidrológico, hidráulico y drenaje del MTC para la determinación de nuestros análisis los parámetros hidrológicos e hidráulicos de diseño de obras de infraestructura vial

Se tiene que limitar nuestra zona de estudio, el tipo de suelo, el área de la cuenca ya que es importantes por que intervienen sobre las características de los escurrimientos fluviales.

3.4.1. Estudio Geotécnico

Según los especialistas de Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2008) nos indican que se debe considerar el tamaño de la cuenca como primer factor hidrológico ya que influye en garantizar un adecuado funcionamiento del sistema de drenaje proyectado.

Es importante conocer las características físicas del suelo donde vamos a elaborar nuestra investigación, ya que va depender del tipo del suelo para determinar la magnitud y comportamiento de la lluvia y su escurrimiento presentada en la quebrada San Antonio de Pedregal.

3.4.2. Análisis estadístico de datos hidrológicos

Según los especialistas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2008) nos indican que para los estudios hidrológicos y meteorológicos la información debe ser proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Se sugiere tener un registro mínimo de 25 años de registros que permita a partir de estos datos históricos el pronóstico de eventos de precipitaciones futuras con el propósito que los resultados sean confiables de la representatividad,

consistencia, calidad y extensión, así mismo esta información debe incluir los eventos registrados de los fenómenos.

3.4.3. Análisis de Datos Dudosos para precipitaciones Máximas Anuales de 24 horas.

Al respecto García, R. (2016) nos informó que el método de Walter Resources Council recomienda analizar los antecedentes de un evento de lluvia realizando ajustes a los datos dudosos. La inclusión o anulación de alguno de estos datos puede influir en los parámetros físicos, la magnitud de los parámetros estadísticos considerados para la información, y más aún en muestras pequeñas como la de esta investigación.

Los datos obtenidos constan de 25 valores de precipitaciones máximas de 24 horas, se calculará el promedio aritmético, la desviación estándar, los umbrales altos y bajos para obtener las precipitaciones máximas y mínima aceptada. (p.12)

Los resultados obtenidos nos permitirán verificar los Datos Dudosos dentro del rango de datos existentes. La siguiente ecuación nos permitirá detectar los datos dudosos bajos y altos:

$$\text{Datos dudosos altos:} \quad Y_H = \bar{y} + K_n S_y$$

$$\text{Datos dudosos bajos:} \quad Y_L = \bar{y} - K_n S_y$$

Dónde:

Y_H : Banda superior de los logaritmos de los valores de caudales o precipitaciones

Y_L : Banda inferior de los logaritmos de los valores caudales o precipitaciones.

\bar{y} : Media aritmética de los logaritmos de los valores caudales o precipitaciones.

K_n : Coeficiente que depende del tamaño de la muestra caudales o precipitaciones.

Sy: Desviación estándar de los Logaritmos de los valores caudales o precipitaciones.

Al respecto de la figura N°5 Fuentes, K. (2016), nos dice:

“Los valores de K_n dados en la tabla 2 se usan en pruebas para detectar datos dudosos en el nivel 10% de significancia en información normalmente distribuida” (p.11)

Figura 4. Valores de K_n para la prueba de datos dudosos

Valores K_n para la prueba de datos dudosos							
Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

Fuente: Fuentes, k. (2016)

- Modelo de distribución

Mediante el análisis de frecuencia se estimará las intensidades, precipitaciones y caudales máximos, los periodos de retorno, con la aplicación del modelo probabilístico discretos o continuos, como:

En el manual del Hidráulica, Hidrología y Drenaje del MTC nos recomiendan usar las probabilidades teóricas de estadística de las cuales tomaremos las siguientes funciones.

- Distribución Normal

$$f(x) = \frac{1}{S\sqrt{(2\pi)}e^{\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{S}\right)^2}}$$

Dónde:

F(x) = función densidad normal de la variable

X = Variable independiente

μ = parámetro de localización, igual a la media aritmética de X.

S = parámetro de escala, igual a la desviación estándar de X.

- Distribución de Log Normal 2 parámetros

$$p(x \leq x_1) = \frac{1}{S\sqrt{(2A\pi)}} \int_{-\infty}^{x_1} e^{-(x-\bar{x})^2/2S^2} dx$$

Los profesionales del Ministerio de Transportes y comunicaciones (2018)

indico que:

“Donde X y S son los parámetros de la distribución. Si la variable de x de la ecuación de la distribución normal se reemplaza por una función $y=f(x)$, tal que $y=\log(x)$, la función puede normalizarse, transformándose en una ley de probabilidad denominada log-normal, N(Y, Sy).

- Distribución Log Normal 3 parámetros

$$f(x) = \frac{1}{(x - x_0)\sqrt{(2\pi)S_y}} e^{-1/2\left(\frac{\ln(x-x_0)-u_y}{S_y}\right)^2}$$

Para $x > x_0$

Dónde:

X0: parámetro de posición

Uy: parámetro de escala o media

Sy²: parámetro de forma o varianza

- Distribución Gumbel

Las siguientes fórmulas cumplen la función de distribución, conocida como doble exponencial de valores de tipo I.

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

Las siguientes relaciones se obtienen empleando el método de momentos.

$$\alpha = \frac{1.2825}{\sigma}$$

$$\beta = \mu - 0.45\sigma$$

Dónde:

α : Parámetro de concentración

β : Parámetro de localización

Tabla 2. Precipitaciones máximas (mm) de 24 horas de la Estación Hidrometeorológica de Chosica

AÑO	Máx. de P.P.											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
1990	2.8	4.6	2.2	0	0.8	0.1	0	0	0	0.2	1	3.2
1991	0.2	2	3.7	0.7	0.3	0	0	0	0	1	0	0.5
1992	0.3	2.3	0.6	0.3	0.8	0	0	0.4	0	0	0	1
1993	0	0.8	1.8	2.4	0	0	0	0	0.2	0	1.2	1.2
1994	16	2.5	3	1.8	0.4	0	0	0	1	0	0.4	1.5
1995	3	0.5	2.5	1.2	2.2	0	0	0	0.5	0.3	1.4	0
1996	5	5	5.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4
1997	0.5	0	2.3	0	0	0	0	0	0	0	0.3	1
1998	3.2	6.5	2.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1999	3.5	6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	6	4.5	3.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	5.2	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0.6	0
2002	1	30.7	1	0	0	0	0.6	0	0.5	0	0	0
2003	1.5	2.5	1.8	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8
2004	0.8	0.5	0.7	0.5	0	0	0	0	0	0	0	1.6
2005	1.2	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2006	5.6	4	4.2	0	0	0	0	0	0	0	0	3
2007	2.2	3	1.8	7.7	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	3.6	4	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	3	6.6	8	1.6	0	0	0	0	0	0	0	0

2010	0	0.3	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2011	4.7	5.7	1	1.1	0	0	0	0	0	0	2.5	5.1
2012	6.4	9.6	2.1	37	0	0	0	0	0	1	0.5	1
2013	0	2.3	2.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6
2014	2.1	2.3	2.3	2.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	1

Fuente: SENAMHI, 2020

A través de lo estudiado se recopilará de qué manera las aguas de lluvia impactan en los pavimentos permeables, cuanto es el porcentaje de infiltración del pavimento, y la determinación de la desviación hacia el río Rímac de agua de lluvia.

Se estudiarán las normas CE. 010 de los pavimentos urbanos, por consiguiente, estudiaremos las informaciones recopiladas de los pavimentos de concreto permeable, y así conocer su funcionalidad ante eventos de precipitaciones, determinando de acuerdo al porcentaje de vacíos su permeabilidad, procesos constructivos, mantenimiento, periodo de vida útil como pavimento permeable y su resistencia.

3.4.4. Selección del Periodo de Retorno de las precipitaciones

Se define como periodo de retorno al tiempo promedio, en años, en que el valor del caudal pico de una creciente es sobrepasado o igualado una vez cada “T” años.

En el distrito de Lurigancho – Chosica para poder hacer el cálculo con el Software Hidroesta para calcular la intensidad máxima y el volumen pluvial con un periodo de retorno de 5, 10, 20, 25, 50 y 100 años, así también obtener información de cada cuantos años ocurre mayor intensidad de precipitaciones pluviales, obteniendo el caudal máximo a través del método racional, ya que es muy importante cuando hablamos de pavimentos permeables para saber su grado de filtración que este debe tener según el porcentaje de vacíos.

3.4.5. Riesgo de falla en función al periodo de retorno y vida útil

Al respecto los especialistas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones nos dicen que, para aprobar el periodo de retorno para algún proyecto, es necesario considerar la posibilidad de los excedentes de eventos de precipitaciones. El criterio

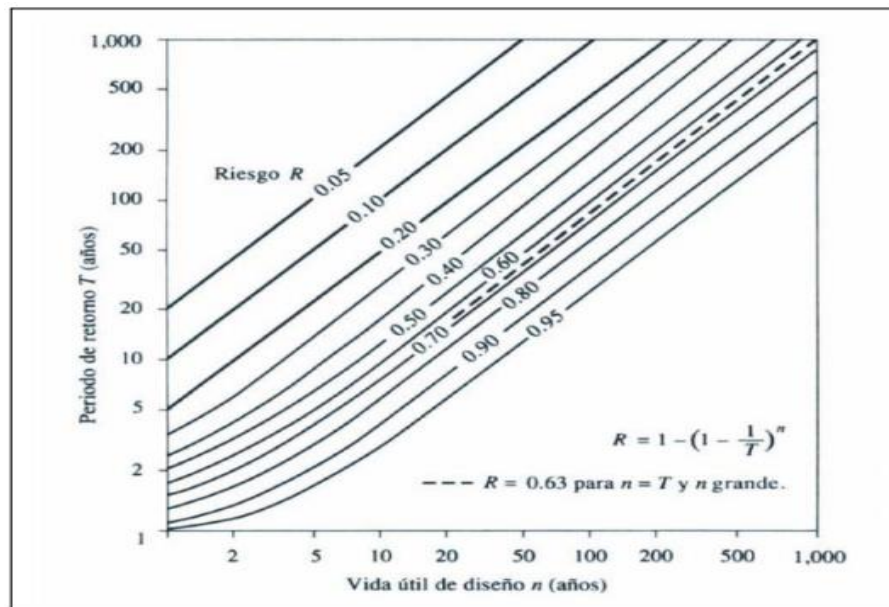
de riesgo es aquel que se desea admitir si en obra llegase a ocurrir un evento superior a la empleada en el diseño y a consecuencia falle dentro de su tiempo de vida útil.

La siguiente expresión define el riesgo de falla admisible con la data del periodo de retorno y vida útil de la obra.

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

“Esta fórmula permite calcular el periodo de retorno T, teniendo en cuenta la vida útil de la obra en n años, fijando el riesgo de fallas admisibles R, el cual es la probabilidad de ocurrencia del pico de la creciente estudiada durante la vida útil de la obra”. (MTC, 2008, p. 24)

Figura 5. Ejemplo de riesgo de excedencia del evento de diseño durante la vida útil.



Fuente: Ministerio de Transportes y comunicaciones

3.4.6. Procedimiento experimental del concreto permeable

Para la elaboración de nuestros prototipos se utilizó dos tipos de grava de 1/2" y 3/4" que se especifica en la Norma ACI 522R-06, las cuales tienen un rango de tamaño mínimo desde 3/8" hasta un tamaño máximo de agregado de 3/4", no se utilizó ningún agregado fino.

- Granulometría

Para la medición y gradación del agregado, se seleccionaron analizando su origen, sus propiedades mecánicas y se calcularon la cantidad de los agregados gruesos, la gradación se realizará con las mallas según las NTP 400.037/ASTM C33.

Con los datos históricos de las precipitaciones máximas del lugar donde se colocará el pavimento permeable, se determinará la elección del porcentaje de vacíos de acuerdo a la capacidad de infiltración.

Los datos hidrometeorológicos se obtendrán de la estación más cercana a nuestro lugar de estudio, la Estación Hidrometeorológica automática de Chosica

Se realizó la selección del agregado grueso para el concreto permeable de la empresa UNICON de la cantera Jicamarca seleccionando el agregado grueso retenido en el tamiz N° 4, N°6 y N° 8. Para los ensayos del diseño de mezcla en estado endurecido que se detallarán en los siguientes capítulos.

Herramientas, materiales y métodos a utilizar para el diseño de mezcla

Las equipos y herramientas que se usarán para elaborar el concreto permeable son:

4. Bugui
5. Balanza electrónica
6. Medidor de probetas
7. Temperatura
8. Medidor de milímetro
9. Jeringa
10. Wincha
11. Cinta
12. Probetas

Para conseguir un concreto poroso es muy importante los agregados (gruesos con poco o nada de finos), el cemento, agua y dependiendo al lugar de estudio la aplicación de aditivos, este concreto se deberá regir las normas técnicas peruanas.

- **Cemento:** Son materiales pulverizados formado a partir de una mezcla de arcilla y caliza calcinadas, que tienen la propiedad de endurecerse al mezclarlo con una cantidad de agua.

En nuestro país se fabrican cementos de tipo I, II y V; también los cementos mezclados como el IPM, IS y IP, para nuestro prototipo el cemento que se utilizará será el portland, con la obligación de cumplir las normas del ASTM C 150.

- **Agregados:** Los agregados para un concreto permeable pueden ser finos, pero en una mínima cantidad y gruesos de tamaño uniforme según su granulometría, debiendo cumplir la norma ASTM C33, estas son: N° 67 (3/4 a N° 4), N°8 (3/8 a N° 16), o N° 89 (3/8 a N° 50).

El concreto permeable para nuestro prototipo no obtendrá nada de finos, se utilizarán agregados gruesos de 3/8", 1/2" y 3/4", Según De La Cruz, Yober (2017) indica que los agregados grandes ocasionan una superficie más porosa, y que estos deben estar dentro de los límites detallados en las normas NTP, ASTM C33.

Para seleccionar nuestra granulometría utilizaremos mallas de acero con aberturas de 3/8", 1/2" y 3/4", para tener un tamaño uniforme al momento de hacer la mezcla, a continuación, las imágenes de los agregados usados, seleccionados por tamaños.

Figura 6. Agregados gruesos tamizado.



Fuente: elaboración propia

Los agregados gruesos deben cumplir con los límites de granulometría y requisitos de calidad, los agregados que observamos en las imágenes son de ½" (12.7 mm) y de ¾" (19 mm).

- Aditivos:

Según los profesionales de EG-MTC (2013) nos indican que los aditivos a usarse tienen que tener el objetivo de transformar las propiedades del concreto con la finalidad de obtener lo que se está buscando.

En este caso nosotros usaremos un aditivo plastificante y un acelerante. El plastificante será

- SikaCem Super Plastificante: Es un aditivo en líquido que ayuda a elaborar morteros y hormigones fluidos, reduciendo aproximadamente en un 10% la cantidad de agua incrementando la resistencia, gran trabajabilidad con los metales ya que no contiene cloruros.
- SikaCem Acelerante PE: Este aditivo ayuda a acelerar el tiempo de fraguado y resistencias mecánicas del concreto a temprana edad.

3.4.7. Diseño de Mezcla para el concreto permeable

Es muy importante tomar en cuenta la relación agua/cemento (a/c) son las dos variables más importantes ya que de ellas depende la filtración del agua.

De La Cruz, Y. (2017) menciona que el ACI 211 indica que una vez que se determine el volumen de la pasta, se podrá determinar el peso del agua y cemento. Sin embargo, si se usa agregados finos, se reducirá en un 10% del agregado fino a un 2% el volumen de la pasta del total del agregado para el concreto permeable bien compactado y cuando se trata de un concreto con agregados finos ligeramente compactado se reducirá por cada 10% de agregado fino 1% del total del agregado.

Para la dosificación de nuestro concreto según la norma ASTM C33, se usó la siguiente granulometría

Para nuestra investigación elaboramos doce diseños de mezcla, tres para cada tipo de agregado, de granulometría N°8, N°6 y N°4 según la ASTM C-33, con porcentajes de vacíos de 15% y 25% y una relación de agua/cemento de 0.35.

Relación agua/cemento.

Una de las características más importantes para el concreto poroso es la relación del agua/cemento. Las normas ACI 522R-6 nos indica que la relación agua/cemento va desde el rango 0.26 a 0.45, este depende mucho de agregado y tipo de aditivo.

Para esta investigación se utilizó una relación de agua /cemento de 0.35, según Pinto, M., Carrasco, C. y Caballero, K. (2018) nos dicen:

“(…) por antecedentes experimentales donde se utilizó agua/cemento de 0.75, 0.45, 0.40 y 0.38, la pasta de cemento se escurrió a fondo y no ayudaba a la cohesión y adherencia de la grava dentro de la mezcla, cubriendo también los poros, alterando su permeabilidad”.

Figura 7. Concreto poroso con poca cantidad de agua



Fuente: Pinto, M., *et al.* (2020)

Figura 8 Concreto poroso con adecuada cantidad de agua.



Fuente: Pinto, M., *et al.* (2020)

Figura 9. Concreto poroso con demasiada cantidad de agua.



Fuente: Pinto, M., *et al.* (2020)

Relación del agregado/cemento

Según Pinto, M., *et al.* (2018) se utilizó una relación de 1:4 de agregado/cemento para el agregado de 3/4", o sea 1 parte de cemento por 4 partes de agregado grueso, ya que por ser de mayor medida necesita más pasta para unir al agregado. Mientras que para los agregados de 3/8" y 1/2" se utiliza una relación de 1:4.5, es decir una parte de cemento por 4.5 partes de agregado.

Tabla 3. Cantidad de probetas para realizar el diseño

Probetas	8		6		4	
Días	15%	25%	15%	25%	15%	25%
14 días	2	2	2	2	2	2

Fuente: Elaboración propia

Análisis de Permeabilidad

Para este ensayo se elaboró un prototipo de concreto permeable con dimensiones ya descritas anteriormente de 0.30 cm de ancho, 0.30 cm largo y 0.10 cm de alto, la cual fue experimentada para determinar la tasa de filtración.

Esta prueba se llevó a cabo respetando los parámetros descritos en la Norma ASTM C1701. Donde se describe que esta prueba consiste en verter una cantidad de agua en una losa de concreto permeable y cronometrar el tiempo, para conseguir la tasa de filtración. El lugar donde se va ensayar el concreto debe estar limpio y sin inclinaciones. Donde se colocará un anillo de infiltración de 0.29 m de diámetro y de esta manera controlar el espacio donde se vaciará el agua.

3.5. Método de análisis de datos

En la metodología de análisis para la selección de datos utilizaremos los programas en softwares de Google Eart Pro, Excel e Hidroesta 2, recopilaremos los datos de las precipitaciones que obtendremos a través del portal web del SENAMHI.

Se analizarán los datos obtenidos del SENAMHI del distrito de Lurigancho – Chosica desde el año 1990 al 2014.

A través de Google Eart Pro obtendremos las características de la Quebrada de San Antonio de Pedregal, como el área de la cuenca, el perímetro, las cotas y la pendiente.

Se realizará el análisis de datos dudosos para precipitaciones máximas en 24 horas, empleando el método Walter Resources Council.

El método que utilizaremos para analizar los datos será el método racional, manipulando los datos de precipitaciones, siendo un método no probabilístico. También usaremos el método de Caudales máximos para hallar la escorrentía superficial.

Se elaborarán las probetas para su posterior ensayo a la compresión del concreto permeable con especímenes de agregado de 3/8", 1/2" y 3/4", evaluados a una edad de 7 y 14 días, el día 7 se someterá 06 cilindros al ensayo de compresión y a los 14 días otros 06 cilindros.

3.6. Aspectos éticos

El presente trabajo de investigación se va elaborar tomando en cuenta las normas y reglas publicadas en la página web de la universidad César Vallejo, siguiendo los principios éticos para el desarrollo de nuestra investigación con honestidad y responsabilidad en la obtención, manejo de la información, interpretación y elaboración del proyecto de investigación.

Según el código de ética del Colegio de Ingenieros del Perú (CIP) en su artículo 9° nos indica que las normas y conceptos deben guiar el comportamiento profesional del Ingeniero, es una herramienta de autorregulación, el cual norma el acto personal como profesional del ingeniero, siendo esta función ejercida dentro del marco de valores y principios que el CIP ampara.

Para el desarrollo de esta investigación se tomarán en cuenta los Reglamentos Nacionales de Infraestructura Vial aprobado mediante Decreto Supremo N° 034-2008-MTC, donde nos indica que la entidad que es el ente rector para la información hidrológica y meteorológica será otorgada por el Servicio Nacional de meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Nuestros resultados serán veraces y cumplirán con todas las normas de ética que correspondan, se anexarán nuestros resultados aportando a la responsabilidad social jurídica y ética. También se consideró la beneficencia social, la autonomía y justicia.

IV. RESULTADOS

4.1. Geología – Geotecnia y Geomorfología

Geología.

El instituto INGEMMET estableció de acuerdo al Mapa Geológico en escala 1/100000, que aflora rocas intrusivas de batolito de la costa, en el área de estudio se encontraron dos tipos de unidades.

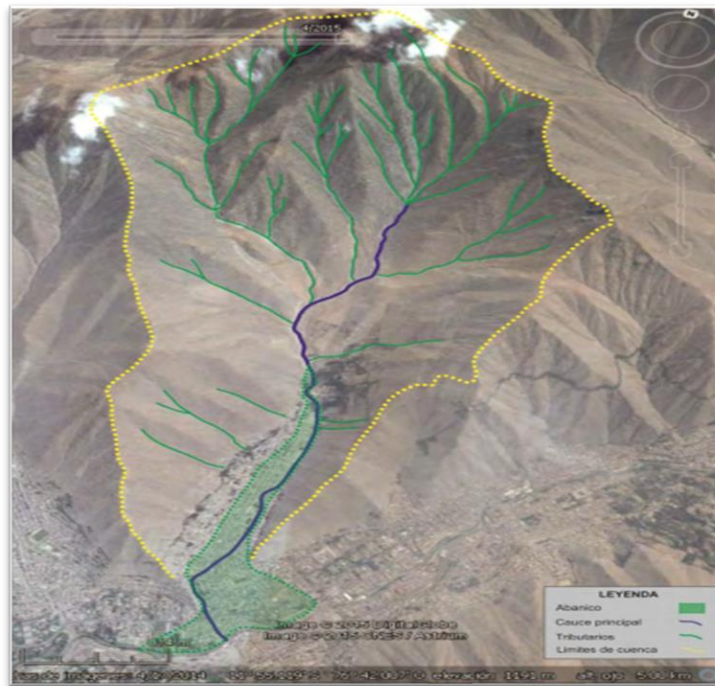
- Tonalita – Granodioritas: Se caracteriza por ser de grano medio y su coloración gris claro, en el área se observan minerales de plagioclasas, cuarzo, biotita y hornblenda.
- Tonalita – Dioritas: Se caracteriza por ser de grano medio – grueso, las rocas tienen un color gris oscuro.

Geotecnia.

Se obtuvieron estos datos de un estudio de inversión de la quebrada Santo Domingo, donde se registraron 6 calicatas realizando una minuciosa información de los tipos de suelos hallados, se tomaron muestras para sus ensayos de caracterización física y mecánica en laboratorio geotécnico.

Se determino que cuenta con un suelo de baja permeabilidad por la geomorfología encontrada, se considerará un sistema de drenaje interno con un tubo de 4” ya que por sus características del suelo no se puede considerar los pozos de absorción por que se generarían caudales internos.

Figura 10. Microcuenca de la Quebrada San Antonio de Pedregal, tributarios y abanicos.



Fuente: INGEMMET (2015)

4. Área de la Cuenca (km²)

Según García, R. (2016) determina al área como la superficie delimitada por el parteaguas que son líneas imaginarias formadas por los puntos de mayor nivel topográfico que separa de las cuencas vecinas.

Usando el programa Google Eart Pro obtendremos el área y perímetro de la cuenca, y también determinar la clasificación de la cuenca según su tamaño

Tabla 4. Clasificación de la cuenca según su tamaño

Tamaño de la cuenca (km ²)	Descripción
< 25	Muy pequeña
25 a 250	Pequeña
250 a 500	Intermedia – pequeña

500 a 2500	Intermedia – Grande
2500 a 5000	Grande
> 5000	Muy grande

Fuente: García, R. (2016)

$$A = 9.8 \text{ km}^2$$

Figura 11. Delimitación perimétrica de la cuenca San Antonio de Pedregal



Fuente: Elaboración propia.

5. Perímetro de la cuenca

Por medio del programa Google Eart Pro obtuvimos los datos del perímetro de la cuenca en estudio.

$$P = 14 \text{ km}$$

6. Forma de la cuenca

Las características del hidrograma de descarga son afectadas por la forma de la cuenca, en especial a los eventos de máximas avenidas. Las cuencas estrechas y alargadas generalmente sus escurrimientos tienen duración más prolongada y de descarga menor que una cuenca de forma casi circular estimando que ambas resisten la misma precipitación sobre la misma área. (Millán C. 2018, p. 17)

Coeficiente de Compacidad o índice de Gravelius (Cc)

Se define como el coeficiente adimensional entre el perímetro de la cuenca (P) y la circunferencia (Pc) de un círculo con área igual al tamaño (A) de la cuenca.

$$Cc = \frac{P}{P_c} = 0.282 * \frac{P}{\sqrt{A}}$$

$$Cc = 0.282 * \frac{14}{\sqrt{9.8}}$$

$$Cc = 1.26$$

Dónde:

P: Perímetro de la cuenca (km)

A: Área de la cuenca (km²)

Al respecto Millán c. (2018) nos indica que el límite menor será la unidad para el coeficiente de compacidad, resultando que la cuenca es circular y mientras sea mayor su valor de distorsionará su forma, es decir se volverá más alargada o asimétrica.

Según Fuentes, K. (2016) nos indica que los valores de Kc nunca serán menores a 1, lo que quiere decir que mientras más aproximado sea a la unidad, será superior la acumulación de agua. Para la clasificación de KC existen tres categorías según el valor de este dato.

Tabla 5. Índice de compacidad para la evacuación de la forma

Clase	Rango	Descripción
Kc1	1 a 1,25	Forma casi redonda a oval – redonda
Kc2	1,25 a 1,5	Forma oval – oblonga
Kc3	>1,5	Forma oval – oblonga a rectangular - oblonga

Fuente: Fuentes, K. (2016)

Según la tabla N° 6 podemos describir que nuestra cuenca es de forma oval – oblonga.

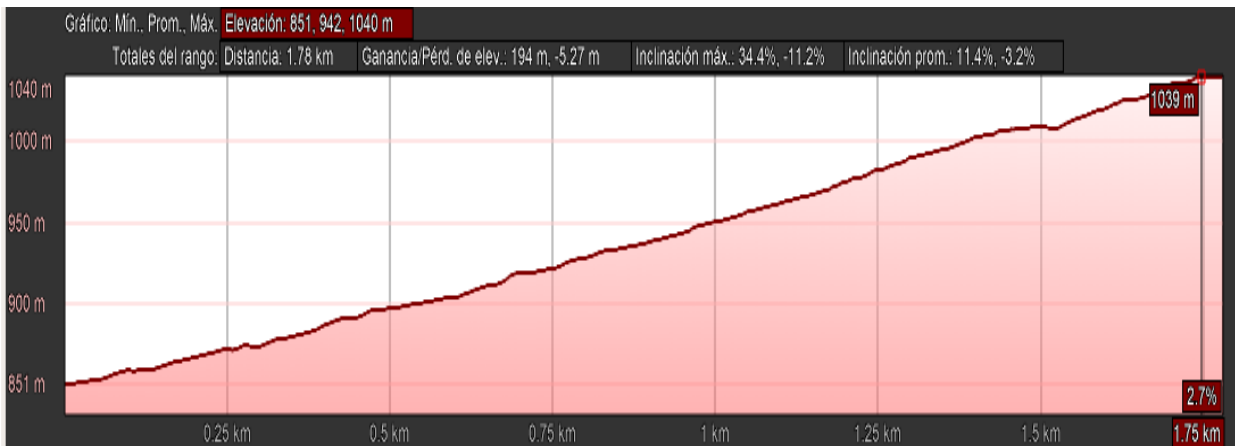
- **Pendiente**

$$Pendiente = \frac{Diferencia\ de\ alturas}{Distancia\ Horizontal} \times 100$$

$$P = \frac{1039}{1750} \times 100$$

$$P = 59.37 \%$$

Figura 12. Perfil de elevación



Fuente: Elaboración propia

4.2. Mecánica de suelos

Estos resultados se obtuvieron de un estudio de San Antonio de Pedregal elaborada por PREDES (2015) donde nos informa que:

“El agua fluye por las calles ya que el tipo de suelo es arenoso limoso, con poca arcilla o ausencia de ella, con una pendiente elevada que provoca que ante un evento de precipitación se sature fácilmente (...)”. (p. 82)

Tabla 6. Resumen de la clasificación del suelo

Límites de consistencia	Muestra N° 1	Muestra N°3
Límites líquidos	17.5	20.19 %
Límites plásticos	13.9	15.20
Contenido de humedad	1.33%	3.94%
Clasificación S.U.C.S	SM (arena-limosa)	SW-CM

Fuente: Centro de estudios prevención de desastres (2000)

4.3. Análisis Hidrometeorológico

En el área de estudio San Antonio de Pedregal no se cuenta con alguna estación pluviométrica o hidrometeorológica, se decidió tomar los datos de la estación más cercana, esta es la Estación Hidrometeorológica Automática de Chosica, lo cual nos permitió determinar la pluviometría de la zona de estudio en sustento al análisis de datos de precipitaciones máximas.

Tabla 7. características Fisiográficas

CUENCA	CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS DE LA CUENCA					
	Área km ²	Perímetro km	Longitud km	Cota mínima m.s.n.m.	Cota máxima m.s.n.m.	Pendiente Promedio (m/m)
San Antonio de Pedregal	9.8 km ²	14 km	1.75 km	851	1039	59.37 %

Fuente: propia

Tabla 8. Datos de Estación Hidrometeorológica Chosica

Estación	Latitud	Longitud	Altitud	Tipo	código
Chosica	11°55'44	76°41'23.02	867 msnm	Automática Hidrometeorológica	47278214

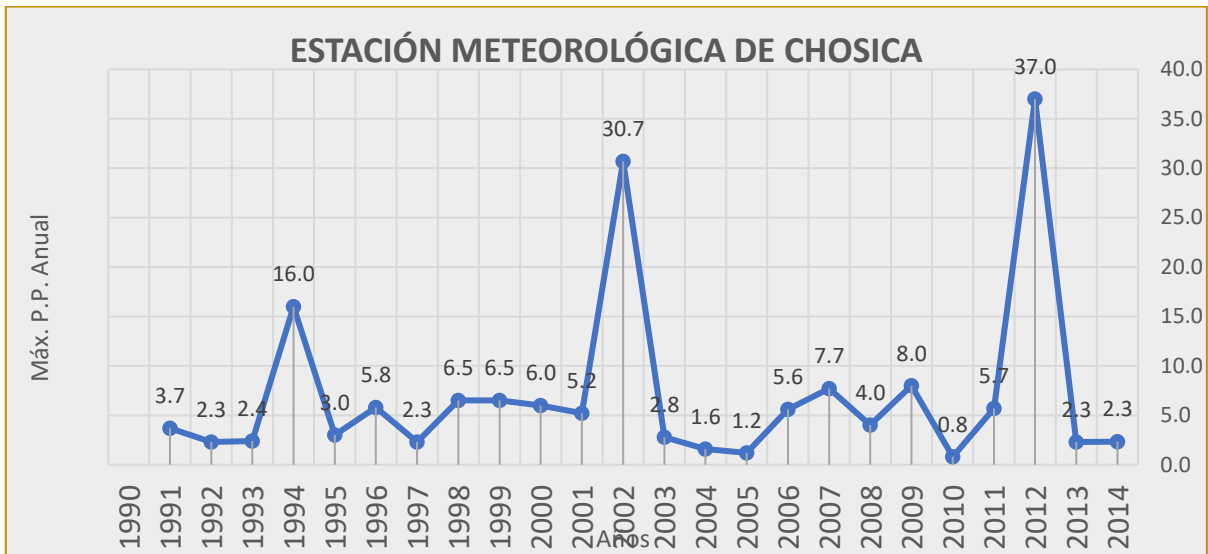
Fuente: SENAMHI, 2020

Tabla 9. Precipitaciones Máximas Mensuales y Anuales

AÑO	Máx. de P.P.												Máx. P.P. Anual
	Ene.	Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	
1990	2.8	4.6	2.2	0	0.8	0.1	0	0	0	0.2	1	3.2	4.6
1991	0.2	2	3.7	0.7	0.3	0	0	0	0	1	0	0.5	3.7
1992	0.3	2.3	0.6	0.3	0.8	0	0	0.4	0	0	0	1	2.3
1993	0	0.8	1.8	2.4	0	0	0	0	0.2	0	1.2	1.2	2.4
1994	16	2.5	3	1.8	0.4	0	0	0	1	0	0.4	1.5	16.0
1995	3	0.5	2.5	1.2	2.2	0	0	0	0.5	0.3	1.4	0	3.0
1996	5	5	5.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	5.8
1997	0.5	0	2.3	0	0	0	0	0	0	0	0.3	1	2.3
1998	3.2	6.5	2.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.5
1999	3.5	6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.5
2000	6	4.5	3.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.0
2001	5.2	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0.6	0	5.2
2002	1	30.7	1	0	0	0	0.6	0	0.5	0	0	0	30.7
2003	1.5	2.5	1.8	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	2.8
2004	0.8	0.5	0.7	0.5	0	0	0	0	0	0	0	1.6	1.6
2005	1.2	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.2
2006	5.6	4	4.2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5.6
2007	2.2	3	1.8	7.7	0	0	0	0	0	0	0	0	7.7
2008	3.6	4	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.0
2009	3	6.6	8	1.6	0	0	0	0	0	0	0	0	8.0
2010	0	0.3	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8
2011	4.7	5.7	1	1.1	0	0	0	0	0	0	2.5	5.1	5.7
2012	6.4	9.6	2.1	37	0	0	0	0	0	1	0.5	1	37.0
2013	0	2.3	2.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	2.3
2014	2.1	2.3	2.3	2.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	1	2.3
P. MÁX. MEN.	16	30.7	8	37	2.2	0.1	0.6	0.4	1	1	2.5	5.1	37.0

Fuente: Elaboración propia.

Figura 13. Gráfico de columnas de precipitaciones máximas mensuales y anuales



Fuente: Elaboración propia.

4.3.1. Análisis de datos dudosos

Tabla 10. Resultado del análisis de datos de consistencia

P.P. Máx.	PP (mm) observado	PP (mm) máx. acumulado	
MÁX. PP24	37.0	41.40	NO EXISTE DATOS DUDOSOS
MIN. PP24	0.8	0.48	NO EXISTE DATOS DUDOSOS

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Métodos Hidrológicos

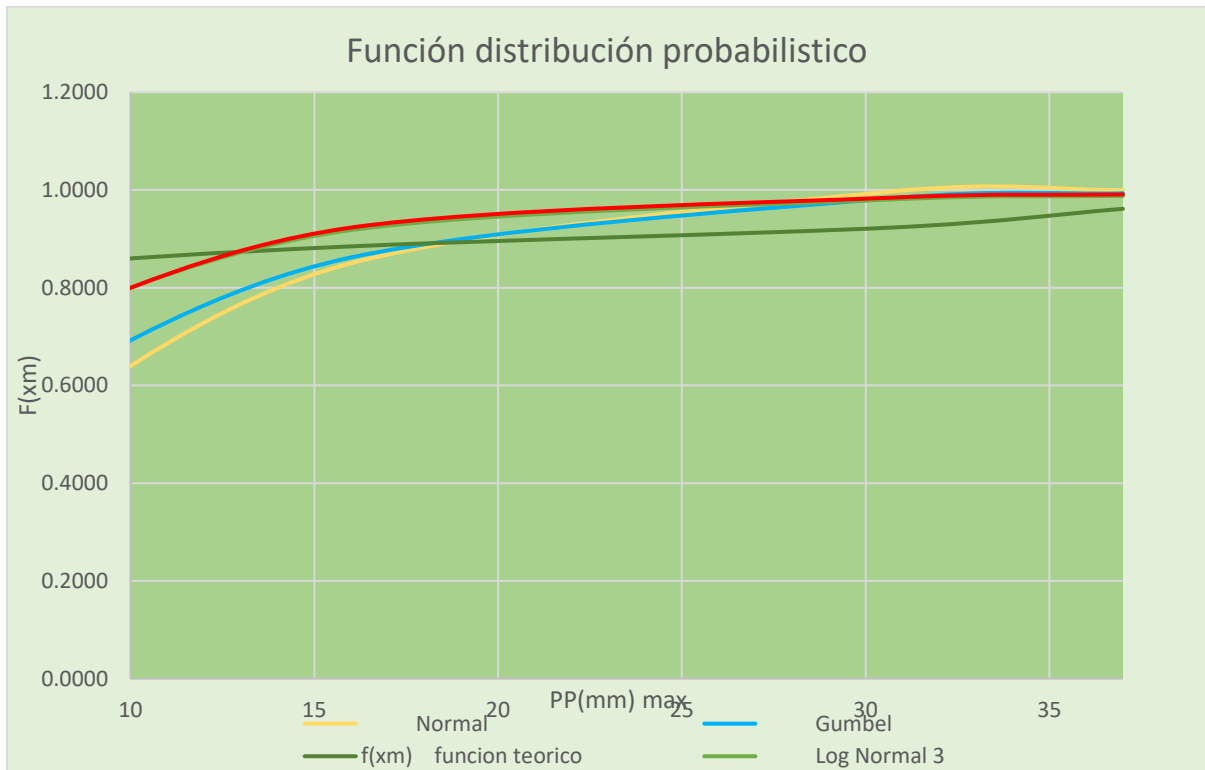
Se tomaron en cuenta los datos de precipitaciones máximas en 24 horas del SENAMHI, para los periodos de retorno de 5, 10, 15, 25, 50, 100 años con la finalidad de tener una mayor confiabilidad de su recurrencia por medio del método de Gumbel.

Tabla 11. Análisis de Magnitud de Eventos

AJUSTE KOLMOGOROV - SMIRNOV										
N° DE ORDEN	Xm	f(xm) funcion teorico	Normal		Log Normal2		Log Normal 3		Gumbel	
			F(xm) acumulada	$ f_o(x_m) - F(x_m) $ Δ	F(xm) Acumulada	$ f_o(x_m) - F(x_m) $ Δ	F(xm) Acumulada	$ f_o(x_m) - F(x_m) $ Δ	F(xm) Acumulada	$ f_o(x_m) - F(x_m) $ Δ
1	0.8	0.038	0.2398	0.2014	0.0278	0.0106	0.0169	0.0215	0.2491	0.2106
2	1.2	0.077	0.2398	0.1629	0.0719	0.0050	0.0637	0.0133	0.2697	0.1927
3	1.6	0.115	0.2693	0.1539	0.1270	0.0116	0.1250	0.0096	0.2906	0.1752
4	2.3	0.154	0.2964	0.1426	0.2308	0.0769	0.2385	0.0846	0.3280	0.1741
5	2.3	0.192	0.2964	0.1041	0.2308	0.0385	0.2385	0.0461	0.3280	0.1357
6	2.3	0.231	0.2964	0.0656	0.2308	0.0000	0.2385	0.0077	0.3280	0.0972
7	2.34	0.269	0.2980	0.0287	0.2365	0.0327	0.2446	0.0246	0.3301	0.0609
8	2.4	0.308	0.3004	0.0073	0.2455	0.0622	0.2541	0.0536	0.3334	0.0257
9	2.8	0.346	0.3165	0.0296	0.3026	0.0436	0.3143	0.0319	0.3550	0.0088
10	3	0.385	0.3248	0.0599	0.3299	0.0547	0.3427	0.0420	0.3658	0.0188
11	3.7	0.423	0.3541	0.0689	0.4183	0.0048	0.4325	0.0094	0.4036	0.0194
12	4	0.462	0.3670	0.0945	0.4525	0.0091	0.4666	0.0051	0.4198	0.0418
13	4.6	0.500	0.3930	0.1070	0.5141	0.0141	0.5273	0.0273	0.4515	0.0485
14	5.2	0.538	0.4199	0.1185	0.5687	0.0303	0.5804	0.0419	0.4831	0.0554
15	5.6	0.577	0.4379	0.1390	0.6009	0.0240	0.6114	0.0345	0.5036	0.0733
16	5.7	0.615	0.4425	0.1729	0.6085	0.0069	0.6187	0.0033	0.5087	0.1067
17	5.8	0.654	0.4470	0.2068	0.6159	0.0379	0.6258	0.0280	0.5137	0.1401
18	6	0.692	0.4561	0.2362	0.6303	0.0620	0.6396	0.0527	0.5237	0.1686
19	6.5	0.731	0.4789	0.2519	0.6634	0.0673	0.6712	0.0596	0.5483	0.1825
20	6.5	0.769	0.4789	0.2903	0.6634	0.1058	0.6712	0.0981	0.5483	0.2209
21	7.7	0.808	0.5338	0.2739	0.7293	0.0784	0.7336	0.0741	0.6043	0.2034
22	8	0.846	0.5474	0.2987	0.7432	0.1029	0.7468	0.0994	0.6176	0.2285
23	16	0.885	0.8501	0.0345	0.9231	0.0385	0.9180	0.0334	0.8620	0.0226
24	30.7	0.923	0.9968	0.0737	0.9843	0.0612	0.9806	0.0575	0.9831	0.0600
25	37	0.962	0.9997	0.0382	0.9909	0.0293	0.9881	0.0265	0.9933	0.0317
N° de datos	25		Dmax	0.2987		0.1058		0.0994		0.2285
Nivel sign.	0.05		Dcritico > Dmax	No se ajusta		Si se ajusta		Si se ajusta		Si se ajusta
Vcritico	0.265		Mejor Ajuste	4		2		1		3

Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Gráfico de Distribución Probabilística



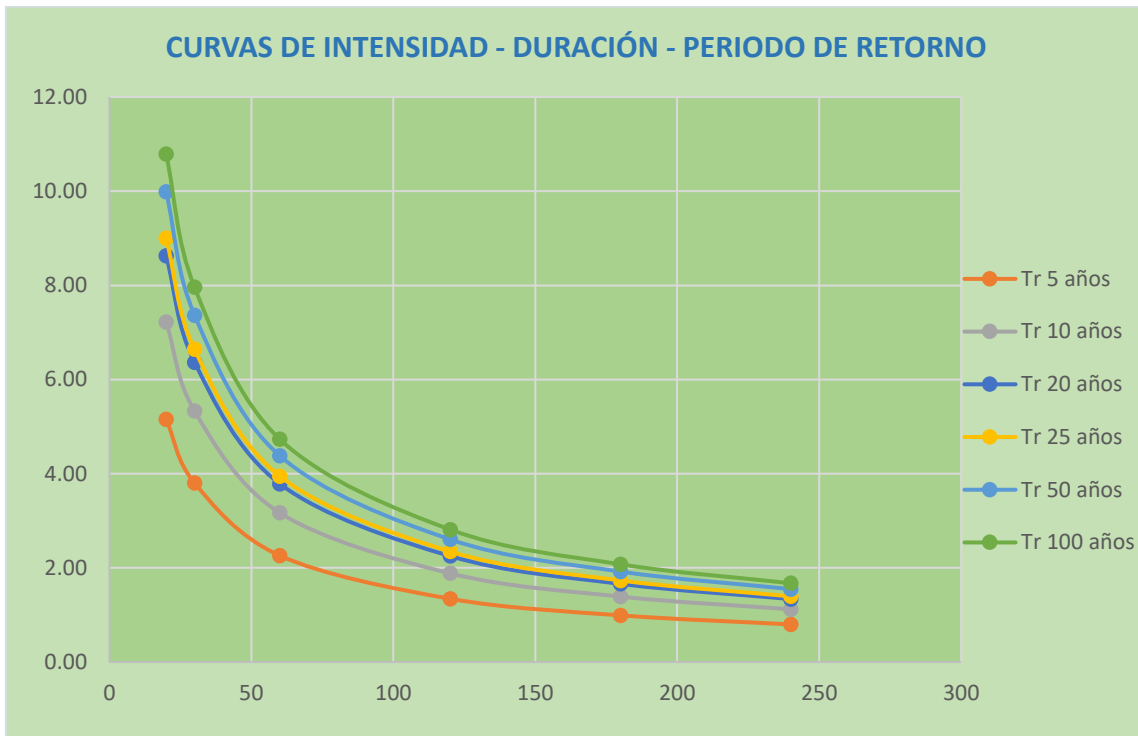
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Intensidades máximas en mm/hr y periodo de retorno.

INTENSIDADES MÁXIMAS EN mm/hr						
TR años	Duración (minutos)					
	20	30	60	120	180	240
2	-1.51	-1.11	-0.66	-0.39	-0.29	-0.23
3	2.62	1.93	1.15	0.68	0.50	0.41
5	5.15	3.80	2.26	1.34	0.99	0.80
10	7.22	5.33	3.17	1.88	1.39	1.12
20	8.63	6.37	3.79	2.25	1.66	1.34
25	9.00	6.64	3.95	2.35	1.73	1.40
50	9.99	7.37	4.38	2.60	1.92	1.55
100	10.79	7.96	4.73	2.81	2.08	1.67
200	11.46	8.46	5.03	2.99	2.21	1.78
300	11.82	8.72	5.18	3.08	2.27	1.83
500	12.22	9.02	5.36	3.19	2.35	1.90
1000	12.71	9.38	5.58	3.32	2.45	1.97

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Curvas IDF



Fuente: elaboración propia

Según Arias, B. (2019) nos explica que la Organización Meteorológica Mundial - OMM, sugiere que los datos pluviométricos se deben multiplicar por un factor de ajuste de frecuencia de control diario. Según lo investigado nuestras precipitaciones obtenidas son diarias entonces nos corresponde multiplicar la precipitación por un factor de 1.13, según la siguiente tabla.

Tabla 13. Factor de ajuste de la frecuencia de absorción diaria.

Número de observaciones/día	1	2	3-4	5-8	9-24	>24
Factor de ajuste	1.13	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00

Fuente: Arias, B. (2019)

Tabla 14. Precipitaciones máximas según sus periodos de retorno

													Factor de correccion	
													1.13	
T (años)	P(x)	W	METODO DISTRIBUCION NORMAL		METODO DISTRIBUCION LOG NORMAL 2			METODO DISTRIBUCION LOG NORMAL 3 PARAMETROS			METODO DISTRIBUCION GUMBEL		P _{MAX} mm	P _{MAX} (corregida) mm
				Pp	K		10 ^{x_T}	K		e ^{x_T} + x ₀	K	PP(mm)		
2	0.50	1.18	0.00	6.96	0.00	0.65	4.45	0.00	1.39	4.32	-0.95	-1.30	-1.30	-1.47
3	0.33	1.48	0.43	10.71	0.43	0.82	6.55	0.43	1.81	6.42	-0.54	2.25	2.25	2.54
5	0.20	1.79	0.84	14.30	0.84	0.98	9.47	0.84	2.22	9.46	-0.29	4.43	4.43	5.00
10	0.10	2.15	1.28	18.13	1.28	1.15	14.06	1.28	2.65	14.40	-0.09	6.21	6.21	7.01
20	0.05	2.45	1.65	21.30	1.65	1.29	19.48	1.65	3.00	20.42	0.05	7.42	7.42	8.38
25	0.04	2.54	1.75	22.23	1.75	1.33	21.42	1.75	3.11	22.62	0.09	7.73	7.73	8.74
50	0.02	2.80	2.05	24.87	2.05	1.45	28.11	2.05	3.40	30.33	0.19	8.58	8.58	9.70
100	0.01	3.03	2.33	27.24	2.33	1.55	35.89	2.33	3.67	39.52	0.26	9.27	9.27	10.48
200	0.01	3.26	2.58	29.42	2.58	1.65	44.89	2.58	3.91	50.37	0.33	9.85	9.85	11.13
300	0.00	3.38	2.71	30.61	2.71	1.71	50.77	2.71	4.05	57.57	0.37	10.15	10.15	11.47
500	0.00	3.53	2.88	32.05	2.88	1.77	58.87	2.88	4.21	67.61	0.41	10.50	10.50	11.87
1000	0.00	3.72	3.09	33.90	3.09	1.85	71.21	3.09	4.42	83.14	0.45	10.92	10.92	12.34
MEDIA			6.96		0.65			1.39			6.96			
DES.EST.M			8.72		0.39			0.98			8.72			
													x ₀ = 0.30	

Fuente: Elaboración propia.

7. Resultado del riesgo de falla o admisible, en función al periodo de retorno y vida útil

A continuación, se mostrará en la tabla el valor de T para diversos riesgos permisibles R y para la vida útil n de la obra

Tabla 15. Valores de periodos de Retorno T (Años)

RIESGOS ADMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0,01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0,02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0,05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0,10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0,20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0,25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0,50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0,75	1,3	2	2,7	4,1	7,7	15	18	37	73	144
0,99	1	1,11	1,27	1,66	2,7	5	5,9	11	22	44

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2008)

Los especialistas del ministerio de transporte y comunicaciones nos recomiendan utilizar los siguientes valores de riesgo admisible de obras de drenaje.

Figura 16. Riesgos Admisibles

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (**) (%)
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

Fuente: Manual de hidráulica, drenaje y Vida Útil considerando (n)

- Puentes y Defensas Ribereñas n=40 años.
- Alcantarillas de quebradas importantes n=25 años
- Alcantarillas de quebradas menores n=15 años

El proyecto tiene un nivel de riesgo del 40% y una vida útil de 15 años para ello hallaremos su periodo de retorno.

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{100}\right)^{15}$$

$$R = 0.14$$

$$R = 0.40$$

$$n = 15 \text{ años}$$

$$T = 100 \text{ años}$$

Tabla 16. Riesgo de fallas

n=	15	Años
R=	40%	Riesgo Ad.
T=	30	Años

Fuente: Elaboración propia

8. Método Racional

Estima el caudal máximo a partir de las precipitaciones obtenidas, abarcando sobre el coeficiente de escorrentía.

$$Q = 0.278CIA$$

Para establecer el coeficiente de escorrentía se tomará en cuenta las propiedades geomorfológicas e hidrológicas de las quebradas cuyos cursos obstruyen el alineamiento de la carretera de estudio.

Figura 17. Coeficiente de escorrentía método racional

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Tabla 17. Caudal máximo, Método Racional

Área aporte =	9.80	km ²
Coeficiente de escorrentía(C) =	0.80	
Intensidad Máxima(mm/hora)=	9.3	mm/h

$$Q = 20.33 \text{ m/s}$$

Elaboración de la dosificación del concreto permeable

Se adecuó un diseño de mezcla para realizar nuestras 12 probetas y prototipo de 0.30 m x 0.30 m y se ensayaron a la compresión 6 probetas, para demostrar el funcionamiento del pavimento rígido permeable, su porcentaje de escurrimiento y su resistencia.

Según la norma NTP 339 034, nos indican las medidas de las probetas. En este ensayo se usarán probetas de 4" x 8", con estas medidas hallaremos el volumen de las probetas cilíndricas con la siguiente fórmula.

$$V = \pi r^2 x h$$

$$v = 3.1416x(0.0508m)^2x0.2032m$$

$$v = 3.1416 x 0.00258064m^2 x 0.2032m$$

$$v = 0.0016474112 m^3$$

- Volumen total para 12 probetas

$$V \times CP \times FS = 0.0016474112m^3 \times 12 \times 1.3$$

$$Volumen total = 0.02569961472 m^3$$

V = volumen

CP = Cantidad de probetas

F.S = Factor de seguridad 1.3

- Cantidad de materiales usados

Tabla 18. Diseño de mezcla para 12 probetas.

Descripción	Valor de diseño	V. total	total
Cemento Sol	497.02 kg	0.0256996	12.77 kg
Ag. Grueso	1310.8 kg	0.0256996	33.68 kg
Agua	173.96 kg	0.0256996	4.47 Lt
Peso Total			50.92 kg

Diseño al 15% de vacíos para 4 probetas con agregado de 3/4" con una correlación de agua/cemento de 0.35.

$$Vt = 0.0016474112m^3 \times 4 \times 1.3$$

$$Vt = 0.00856653824 m^3$$

Tabla 19. Diseño de mezcla para 4 probetas de agregado de 3/4".

Descripción	Valor de diseño	V. total	total
Cemento Sol	497.02 kg	0.008566538	4.25 kg
Ag. Grueso	1310.8 kg	0.008566538	11.22 kg
Agua	173.96 Lt	0.008566538	1.49 Lt
Peso Total			16.96

Con aditivo Sika plastificante

Dosificación técnica

500 ml x bolsa de cemento de 42.5 kg

Entonces la dosificación por kilo es:

$$500 \text{ ml} / 42.5 = 11 \text{ ml} \times \text{kg}$$

$$4.25 \times 11 \text{ ml} = 46 \text{ ml}$$

Agua total a utilizar para el concreto.

$$\text{Agua} = 1.49 \text{ lt} \times 20\% \div 100$$

$$\text{Agua} = 0.298 \text{ Lt}$$

$$\text{Agua total} = 1.49 - 0.298 = 1.192 \text{ Lt.}$$

- Diseño al 25% de vacíos con agregado N° 8 de 3/8" con una correlación de agua/cemento de 0.35.

$$Vt = 0.0016474112m^3 \times 4 \times 1.3$$

$$Vt = 0.000856653824$$

Tabla 20. Diseño de mezcla para 4 probetas de 3/8"

Descripción	Valor de diseño	V. total	total
Cemento Sol	369.1 kg	0.008566538	3.16 kg
Ag. Grueso	1300.04 kg	0.008566538	11.13 kg
Agua	129.18 Lt	0.008566538	1.10 Lt
Peso Total			15.39 Kg

Con aditivo Sika plastificante:

$$3.16 \times 11 \text{ ml} = 34.76 \text{ ml}$$

Agua total a utilizar para el concreto.

$$\text{Agua} = 1.10 \text{ Lt} \times 20 \% \div 100$$

$$\text{Agua} = 0.22 \text{ Lt.}$$

$$\text{Agua Total} = 1.10 - 0.22$$

$$\text{Agua Total} = 0.88 \text{ Lt.}$$

- Diseño al 25% de vacíos con agregado para 4 probetas de 3/4" con una correlación de agua/cemento de 0.35.

$$Vt = 0.0016474112m^3 \times 4 \times 1.3$$

$$Vt = 0.000856653824$$

Tabla 21. Diseño de mezcla para 4 probetas de 3/4", con 25% de vacíos

Descripción	Valor de diseño	V. total	total
Cemento Sol	369.1 kg	0.008566538	3.16 kg
Ag. Grueso	1277.57 kg	0.008566538	10.94 kg
Agua	129.18 Lt	0.008566538	1.10 Lt
Peso Total			15.10 Kg

Con aditivo Sika plastificante:

$$3.16 \times 11 \text{ ml} = 34.76 \text{ ml}$$

Agua total a utilizar para el concreto.

$$\text{Agua} = 1.10 \text{ Lt} \times 20 \% \div 100$$

$$\text{Agua} = 0.22 \text{ Lt.}$$

$$\text{Agua Total} = 1.10 - 0.22$$

$$\text{Agua Total} = 0.88 \text{ Lt}$$

- Diseño al 15% de vacíos con agregado N° 4 de 1/2" con una correlación de agua/cemento de 0.35.

$$Vt = 0.0016474112m^3 \times 4 \times 1.3$$

$$Vt = 0.000856653824$$

Tabla 22. Diseño de mezcla para 4 probetas de 1/2"

Descripción	Valor de diseño	V. total	total
Cemento Sol	497.02 kg	0.008566538	4.25 kg
Ag. Grueso	1310.8 kg	0.008566538	11.22 kg
Agua	173.96 Lt	0.008566538	1.49 Lt
Peso Total			16.96 Kg

Con aditivo Sika plastificante:

$$4.25 \times 11 \text{ ml} = 46.75 \text{ ml}$$

Agua total a utilizar para el concreto.

$$\text{Agua} = 1.49 \text{ Lt} \times 20 \% \div 100$$

$$\text{Agua} = 0.298 \text{ Lt.}$$

$$\text{Agua Total} = 1.49 - 0.29$$

$$\text{Agua Total} = 1.21 \text{ Lt.}$$

Tabla 23. Resumen de diseño de mezcla según su granulométrico

Diseño	3/8"		1/2"		3/4"	
% vacíos	15%	15%	15%	15%	15%	25%
Cemento IP (kg/m3)	3.16	3.16	4.25	4.25	4.25	3.16
Agua inicial	1.10	1.10	1.49	1.49	1.49	1.10
Agua total (L/m3)	0.88	0.88	1.21	1.21	1.19	0.88
Ag. Grueso (kg)	11.13	11.13	11.22	11.22	11.22	10.94
Aditivo (ml)	34.76	34.76	34.76	46.75	46	34.76
Agua/Cemento	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35

Fuente: Elaboración propia

Aditivo Sika Acelerante, Norma ASTM 494

300 ml a 1200 ml x 42.5 (bolsa de cemento)

4% en 3 días equivale a 7 días

4% en 6 días equivale a 14 días

Aditivo acelerante para granulometría de 3/8"

$$At = 3.16 \times 4 / 100$$

$$At = 0.13 \text{ m}$$

Aditivo acelerante para granulometría de 1/2"

$$At = 4.25 \times 4 / 100$$

$$At = 0.17 \text{ ml}$$

Aditivo acelerante para granulometría de 3/4"

$$At = 3.16 \times 4 / 100$$

$$At = 0.13 \text{ ml}$$

Aditivo acelerante para granulometría de 3/4"

$$At = 4.25 \times 4 / 100$$

$$At = 0.17 \text{ ml}$$

Tabla 24. Dosificación de aditivo acelerante.

Días	% acelerante	Tamaño	cemento Kg	% de vacíos	Aditivo total
4 – 14	4 %	3/8"	3.16 kg	25 %	0.13 ml
4 – 14	4 %	3/4"	4.25 kg	15 %	0.17 ml
4 – 14	4 %	3/4"	3.16 kg	25 %	0.13 ml
4 – 14	4 %	1/2"	4.25 kg	15 %	0.17 ml

▪ **Análisis de la Resistencia a la compresión**

Se sometió a ensayos para determinar la resistencia a la compresión del concreto permeable en estado endurecido, se obtuvieron los datos de las cargas máximas que soportaron cada uno de los 6 especímenes, los cuales se mostrarán en la siguiente tabla.

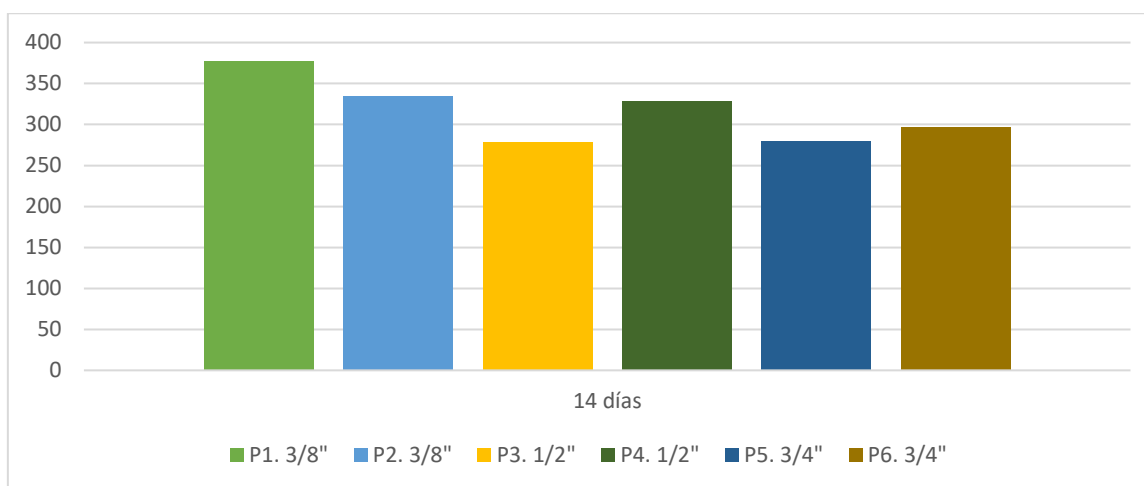
Tabla 25. Resultado de los especímenes ensayados a la compresión.

DISEÑO	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	DÍAS	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)
DISEÑO N° 1 % de vacíos = 15 % SIN FINOS	P1. 3/8"	14	80.7	30,441	377
	P2. 3/8"	14	81.2	27,129	334
	P3. 1/2"	14	80.3	22,345	278
	P4. 1/2"	14	80.90	26,495	328
	P5. 3/4"	14	81.00	22,682	280
	P6. 3/4"	14	81.10	24,123	297

Tabla 26. Resumen de la resistencia a la compresión en relación a la edad de ensayo

Edad de ensayo	Resistencia a la Compresión Promedio (kg/cm ²)		
	Agregado 3/8"	Agregado 1/2"	Agregado 3/4"
14 días	377	278	280
	334	328	297

Figura 18. Gráfico de columnas de la resistencia a la compresión a los 14 días



Fuente; Elaboración propia

Así mismo se puede apreciar en la tabla N° 30 la resistencia a la compresión de los 6 ensayos de agregados de 3/8", 1/2" y 3/4" es mucho mayor a la requerida por nuestra investigación, tomando en cuenta que para este diseño se usaron dos aditivos, el super plastificante y el acelerante. Se puede observar que a los 14 días la mayor resistencia a la compresión la obtuvieron los especímenes de agregado de 3/8", logrando $F'c = 377 \text{ kg/cm}^2$.

Tipos de Fallas

La Norma ASTM C39 nos informa que hay seis tipos de fallas que dependen de muchos factores como el confinamiento de las partículas, la formación de los conos,

nivelación de los cabezales, entre otros. A continuación, se muestra el tipo de falla presente en nuestros ensayos.

Figura 19. Falla de tipo tres del espécimen de 3/8”.



Fuente: Elaboración propia

Al efectuar los ensayos de resistencia a la compresión de las muestras, se adquirió los siguientes resultados de fallas descritos en la siguiente tabla.

Tabla 27. Tipo de fallas presentadas en el concreto poroso

Tipo de material	Edad (días)	Tipo de falla
P1. 3/8"	14	3
P2. 3/8"	14	3
P3. 1/2"	14	3
P4. 1/2"	14	3
P5. 3/4"	14	3
P5. 3/4"	14	3

Como se puede analizar en la tabla y figura anterior el resultado del ensayo a la compresión para todos los especímenes fue la falla tipo 3, correspondiente a agrietamiento vertical, esto ocurrió por la uniformidad de los agregados en la probeta,

dependiendo directamente del agregado grueso y del cemento ya que no cuenta con nada de fino.

Resultados del Análisis de permeabilidad

Una vez ubicada y asegurada el anillo de filtración en la losa del pavimento poroso, se realizó el ensayo. En la siguiente página podemos observar la tabla con los resultados de las tasas de filtración por cada serie.

En la siguiente imagen se puede ver el anillo de filtración instalado en una losa de concreto permeable de agregado de 1/2", se vertió agua encima de la losa y mientras este se filtraba se cronometraba el tiempo hasta que deje de filtrar.

Luego de obtener los resultados del ensayo de permeabilidad, se procede a calcular la tasa de infiltración, para ello utilizaremos la fórmula que se describe en la Norma ASTM C 1781.

$$I = \frac{km}{(D^2xt)}$$

En dónde:

I= Tasa de infiltración, mm/h

M= Masa de infiltración de agua, Kg.

D= Diámetro interior del anillo de infiltración, mm

T= Tiempo requerido para que una cantidad medida de agua se filtre en el concreto

K=4,583,666,000(mm³xseg) / (kg/hora) en el Sistema Internacional o 126,870 (pulg³seg)

Figura 20. Ensayo de permeabilidad del concreto poroso



Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Resultados del ensayo de permeabilidad del concreto poroso.

Descripción	Tamaño de agregado	
	1/2"	3/4"
Prehumectación (seg.)	13.26	13.31
Cantidad Vertida (kg)	18	18
Tiempo de Filtración (seg)	35.00	34.6
Agua filtrada por Losa (kg)	17.77	17.85
Agua Retenida por Losa (lt)	0.15	23.33
Infiltración (mm/hr)	26050.4	26045.6

V. DISCUSIÓN

El presente trabajo de investigación corresponde al estudio del pavimento permeable como alternativa de drenaje urbano sostenible para vías de bajo tráfico en la Quebrada San Antonio de Pedregal que fue validada e interpretada mediante un cálculo hidrológico, y ensayos en laboratorio normadas en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y comunicaciones, demostrando su funcionalidad de permeabilidad a través de un prototipo.

Para verificar que los datos de la estación Meteorológica de Chosica sean veraces, se realizó la prueba de consistencia de datos, los resultados fueron favorables siendo las precipitaciones mínimo calculado de 0.48 mm y la precipitación máxima calculada de 41.69 mm.

Se elaboró la prueba de bondad de ajuste de los datos hidrológicos de la estación de Chosica y se comparó con los resultados de la investigación de Arias, B. (2019) titulada “Alternativas para la estabilización de las quebradas en el tramo puente Los Ángeles – puente Ricardo Palma con fines de mitigación de huaycos”, donde estudia la misma estación hidrometeorológica de Chosica, obteniendo resultados muy semejantes a nuestra investigación, a continuación cuadro comparativo de los resultados de prueba de ajuste de Bondad.

Estación	Normal	Log. Normal	Pearson III	Log Pearson III	Gumbel
Chosica 1	0.2987	0.1058	0.0994		0.2285
Chosica 2	0.2893	0.1069	0.1547	0.1039	0.2188

Tabla 29. Comparación de resultados.

La estación Chosica 1, serán los resultados de esta investigación y la estación Chosica 2 son los resultados de Arias, B. (2019).

En el ensayo a la compresión a los 14 días de los 6 especímenes, se puede observar que todas las probetas ensayadas obtuvieron mayor resistencia a la compresión que $F'c=240$ kg/cm² que se requería para la elaboración del pavimento

permeable, entonces se debió hacer ensayos en nuevos especímenes y disminuir la cantidad de aditivo Sika plastificante para así llegar al objetivo de este estudio, así también se reducirían los costos del proyecto.

Edad de ensayo	Resistencia a la Compresión Promedio (kg/cm ²)		
	Agregado 3/8"	Agregado 1/2"	Agregado 3/4"
14 días	377	278	280
	334	328	297

Al verter una considerable cantidad de agua al prototipo N° 01 a la losa permeable con agregado grueso de 1/2", se pudo observar que este dejaba filtrar al 100% todo el agua a través de la losa sin ningún problema, a comparación con el prototipo N° 02 de agregado grueso de 3/4", se pudo observar que se formó una losa en la parte inferior, ocasionando que al verter la misma cantidad de agua que al prototipo uno, que el agua pudo filtrar por los vacíos pero no permitía que este pase al sub suelo ya que la losa que se formó impedía su filtración total, pudiendo ocasionar una saturación interna y por consiguiente una inundación.

En la siguiente imagen se puede observar el prototipo de 3/4", donde se formó una losa en la parte inferior del prototipo, el cual impide la infiltración total del agua.

Figura 21. Losa permeable de agregado grueso de 3/4".



Se considera una buena opción para la elaboración del pavimento permeable como alternativa de drenaje urbano sostenible para vías de bajo tráfico, a la dosificación del prototipo N° 01, ya que ésta obtuvo una resistencia a la compresión de 278 kg/cm² superior a la requerida y una tasa de infiltración del 100%, cumpliendo con los objetivos de la investigación

Como resultado a los objetivos de la investigación se obtuvieron que la gradación de 1/2" correspondiente al uso N° 6, cuentan con mayor trabajabilidad que los agregados de uso granulométrico N° 4, los que fueron semejantes al resultado de De La Cruz, Y. (2017) donde concluyeron que la mezcla de gradación de 3/8" y 1/2" para el pavimento permeable presentan mejor trabajabilidad durante en vaciado que las de uso granulométrico más grandes.

VI. CONCLUSIONES

Con el desarrollo de la investigación, las conclusiones fueron las siguientes:

1. La cuenca de estudio tiene un área delimitada de 9.8 km², con un perímetro de 14 km y un coeficiente de compacidad de 1.26 determinando que se encuentra con una cuenca de forma oval – oblonga. Con los datos hidrometeorológicos de la estación de Chosica de las precipitaciones máximas diarias, disponibles por el Servicio Nacional de Meteorología e hidrología, es consistente ya que no existen datos dudosos, siendo la precipitación máxima en 24 horas de 37 mm y la mínima precipitación de 0.80 mm y el caudal generado es de 20.33 m³/s, con una pendiente mayor a 50%.
2. Los periodos de retorno para 5, 10, 20, 25, 50 y 100 años fueron 5.00, 7.01, 8.38, 8.74, 9.70 y 10.48 respectivamente
3. Se determino el riesgo de falla, considerando una vida útil de 15 años, como un tipo de obra de Sub drenes con un riesgo admisible del 40 % del pavimento permeable se determinó un tiempo de retorno de 30 años
4. Al someter a la prueba estándar de la tasa de infiltración superficial al prototipo de 0.30x0.30 m, con un espesor de 0.10 mm y agregados de 1/2", se pudo demostrar la intervención del pavimento permeable ante eventos extremos de precipitación pluvial, teniendo como resultado una tasa de infiltración del 100%, siendo apropiada para nuestras precipitaciones y caudal calculado.
Sin embargo, el prototipo de concreto permeable de agregado de 3/4", al desencofrar se observó que en la base se había generado una losa de concreto, dificultando el pase del agua al sub suelo, esto sucedió por que el aditivo aumento la docilidad del hormigón y por el tamaño del agregado este hizo que se escurra a través de las juntas generando así una capa de concreto en la parte inferior impidiendo su adecuado funcionamiento.

5. Se realizó ensayos a la compresión a los 14 días obteniendo resultados superiores a los deseados, ya que se adaptó un diseño a nuestra investigación con la finalidad de demostrar la función del pavimento permeable ante eventos extremos de precipitación. No se realizará un estudio más profundo con respecto a la resistencia a la compresión ya que esta investigación está enfocada en la permeabilidad del pavimento permeable respecto a las precipitaciones máximas.

En conclusión el pavimento permeable es una buena alternativa de drenaje urbano sostenible para vías de bajo tráfico en la Av. Tupac Amaru de la Quebrada San Antonio de Pedregal, ya que se demostró que el pavimento rígido con un adecuado diseño de mezcla del concreto permeable permitiría la filtración del agua, pasando al sub suelo y sea captado a través de una tubería interna para desembocar directamente en el Río Rímac, y así no se generarían caudales de escorrentía, evitando las inundaciones y las recargas del caudal del huayco.

VII. RECOMENDACIONES

En el presente trabajo de investigación se tuvo dificultades con el diseño de mezcla por ello se recomienda hacer nuevos diseños de mezclas con menores porcentajes de agua/cemento o menor porcentaje de aditivos plastificantes, para obtener una adecuada dosificación y llegar a la resistencia requerida para futuras investigaciones y así también poder reducir gastos.

Realizar prototipos para los diseños a utilizar para poder demostrar su funcionalidad como concreto permeable, ya que se podrá observar si con la dosificación de la mezcla, este filtre y se forme una losa de concreto en la parte inferior.

Se recomienda utilizar menores cantidades de aditivos plastificantes a las especificadas en esta investigación, si se quiere obtener $F'c$ menores a los obtenidos en esta investigación y en consecuencia.

Una gran dificultad de la zona de estudio son sus pendientes, por ello se recomienda realizar una investigación más profunda con respecto a la pendiente del pavimento permeable en San Antonio de Pedregal

Se recomienda para esta zona de estudio implementar un pavimento permeable con un sistema de drenaje interno de tubería perforada ya que si hacemos los pozos de filtración se puede correr el riesgo de que estos colapsen, ya que el tipo de suelo con que cuenta no es permeable generando escorrentías superficiales.

Emplear para futuras investigaciones el uso granulométrico de 1/2", ya que se tuvieron mejores resultados en la permeabilidad del concreto y una resistencia a la compresión mayor a la requerida por este estudio.

REFERENCIAS

- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la construcción (2010). Norma C.E. 010 pavimentos urbanos. Publicado en marzo de 2010. Recuperado en [file:///C:/Users/JOSE/Downloads/CE.010PUrbanos%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/JOSE/Downloads/CE.010PUrbanos%20(2).pdf)
- Abellám, A. (2013). *Iagua*. Publicado el 4 de diciembre del 2013. Recuperado de <https://www.iagua.es/blogs/ana-abellan/drenaje-urbano-sostenible>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M., (2014) Metodología de la Investigación. McGRAW-Hill.6. Recuperado de <file:///D:/PROYECTO%20DE%20INVESTIGACION%20INFORMACION%20HERMANDEZ%20metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf>
- Barahona, J. (2014) *Análisis y diseño para solución de aguas lluvias mediante sistemas urbanos de drenaje sostenible aplicando la técnica de firmas permeables en condominio Ercilla, comuna de Temuco, IX región de la Araucanía* (Tesis de pregrado, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile). Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/bmfcib224a/doc/bmfcib224a.pdf>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2014). Descargar datos hidrometeorológicos. Recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=descarga-datos-hidrometeorologicos>
- Boorgaard, F., Lucke, T. y Beecham, S. (2014). Effect of age of permeable pavements on their infiltration function. *Hanze University of Applied Sciences*. 24 (2). Recuperado de <https://research.hanze.nl/en/publications/effect-of-age-of-permeable-pavements-on-their-infiltration-functi>
- Cardenas, E., Albitar, A. y Jaimes, J. (2015). Pervious Pavements. A Convergent Approach to Urban Infrastructure Construction and Water Preservatio, *ScienceDirect* 24(2), 173-180.

- Brown, R. y Borst, M. (2015) Nutrient infiltrate concentrations from three permeable pavement types, *ScienceDirect*. 164,74-85.
- Herrera, J., Guevara, G. y Munster H. (2015) Strategies and designing for quality studies a methodological-theoretical approach. *Scielo*. 17(2). Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/gme/v17n2/GME13215.pdf>
- Canal N (2015). *Esta es la historia de Chosica y sus 30 años de constantes huaicos*. Publicado en marzo del 2015. Recuperado de <https://canaln.pe/actualidad/ultimos-30-anos-chosica-ha-sido-devastada-intensos-huaicos-n174812>
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2015). Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Publicado en abril del 2015. Recuperado de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_2950.pdf
- Pulido, M. (2015) Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica. Opción. 31(1), 1137-1587. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/310/31043005061.pdf>
- Fuentes, K. F. (2016) Distribución de las precipitaciones máximas diarias en la región de Los Ríos. (Tesis de pregrado, Universidad Del Bio Bio, Concepción, Chile). Recuperado de http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/2192/1/Fuentes_Romero_Karol_Fernanda.pdf
- Zurita, M. A., Ruiz, J. A., Diaz, O., Fuentes, A. y Bernabé, M. B. (2016) A Mathematical Model for Optimizing Resources of Scientific Projects. *Scielo*. 20(4). Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-55462016000400749&script=sci_arttext
- National Ready Mixed Concrete Association (2016). El concreto en la práctica. Publicado en Marzo del 2016. Recuperado de <https://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CIP38es.pdf>

Defensoría del Pueblo (2016). *Balance de la evaluación de impacto ambiental en el Perú*. Publicado en diciembre de 2016. Recuperado de <http://www.actualidadambiental.pe/wp-content/uploads/2017/02/Balance-de-la-evaluaci%C3%B3n-de-impacto-ambiental-en-el-Per%C3%BA.pdf>

Hernández, M. A. (2016). *Evaluación comparativa del impacto ambiental, de pavimentos flexibles frente a los pavimentos rígidos, mediante el análisis de la variación de temperatura* (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú). Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2854>

García, R. L. (2016). *Alternativas para la estabilización de la quebrada Cantuta II con fines de mitigación de huaycos* (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú). Recuperado de [file:///C:/Users/JOSE/Downloads/P36-G3-T%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/JOSE/Downloads/P36-G3-T%20(2).pdf)

Redondo, P. L. y Zúñiga, L. F. (2016) *Principales variables para el diseño y la construcción de pavimentos permeables para su control en origen de la escorrentía urbana* (Tesis de maestría, Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias, Colombia). Recuperado de <file:///D:/PROYECTO%20DE%20INVESTIGACI%C3%93N/INFORMACI%C3%93N/PRINCIPALES%20VARIABLES%20PARA%20EL%20DISE%20%91O%20Y%20LA%20CONSTRUCCI%C3%93N%20DE%20PAVIMENTOS%20PERMEABLES%20PARA%20SU%20CONTROL%20EN%20ORIGEN%20DE%20LA%20ESCORRENT%20URBANA.pdf>

Fuentes, K., F. (2016) *Distribución de las precipitaciones máximas diarias en la región de Los Ríos* (Tesis de pregrado, Universidad Bio Bio, Concepción, Chile). Recuperado de http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/2192/1/Fuentes_Romero_Karol_Fernanda.pdf

Rondón, H. A. Ruge, J. C. y Moreno, L. A. (2016). Efecto del agua sobre el asfalto y su posible influencia en el daño por humedad en una mezcla asfáltica porosa.

Scielo. 24 (4). Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052016000400003

Bustamante, I., G. (2017). *Estudio de la correlación entre la relación agua/cemento y la permeabilidad al agua de concretos usuales en Perú* (Tesis de pregrado

Enciso, A., Carvajal, Y. y Sandoval, M. (2016). Análisis hidrológico de las crecientes históricas del río Cauca en su valle alto. *Scielo*. 18 (1). Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30332016000100005

Porras, J. M. (2017). *Metodología de diseño para concretos permeables y sus respectivas correlaciones de permeabilidad* (Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica). Recuperado de https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/7109/metodologia_diseno_concretos_permeables_respectivas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Narciso, J. D. (2018). *Gestión de inundación por caudales máximos en la parte baja de la Quebrada Pedregal – Chosica* (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villareal, Lima, Perú). Recuperado de <file:///C:/Users/JOSE/Downloads/NARCISO%20LIRA%20JHON%20DAVIS.pdf>

Morales, A. S. (2018). *Diseño de pavimento rígido permeable $f'c= 210$ kg/cm² utilizando agregado de rio Huallaga – Jr. Los Andes, Morales – San Martín – 2018*. (Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú). Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/30719>

Marín, F. A. (2018). *Diseño de concreto permeable para su aplicación en pavimentos como óptimo sistema de drenaje en distritos de independencia – Huaraz – Ancash, 2018*. (Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú). Recuperado de <file:///D:/PROYECTO%20DE%20INVESTIGACI%C3%93N/INFORMACI%C3%93N/dise%C3%B1o%20de%20concreto%20permeable%20para%20paviment>

[os%20como%20optimo%20sistema%20de%20drenaje%20huaraz%202018.pdf](#)

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2018). *Manual de carreteras diseño geométrico*. Publicado en enero de 2018. Recuperado de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_2950.pdf

Fitch, M. y Bowers, B. (2018). *Evaluation of Porous Asphalt Used at a Virginia Department of Transportation Park & Ride Facility*. Publicado en junio 2018. Recuperado de http://www.virginiadot.org/vtrc/main/online_reports/pdf/18-R19.pdf

Pinto, M., Carrasco, C. y Caballero, K. (2018). *Estudio experimental del concreto poroso con la incorporación de distintas granulometrías*. Revista de ID Tecnología. Recuperado de file:///C:/Users/JOSE/Downloads/234019591.pdf

Sánchez, H., Reyes, C. y Mejía, K. (2018). *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística*. Publicado en junio 2018. Recuperado <file:///C:/Users/JOSE/Downloads/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>

Fernandez Valero , Y. (2018). *Aplicación del sistema de gestión de pavimentos para mejorar la conservación y serviciabilidad del pavimento - Juliaca - 2016*. Recuperado el 18 de Mayo de 2020, de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7526>

Espinoza, E. E. (2018). Variables and their operationalization in educational research. *Scielo*. 14 (1). Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1990-86442018000500039&script=sci_arttext&tlng=en

Julcani, S. (2018). Comportamiento del concreto permeable utilizando agregados andesíticos en las urbanizaciones en trébol, Huancayo. (Tesis de pregrado, Universidad Peruana Los Andes, Lima, Perú). Recuperado de <file:///C:/Users/JOSE/Downloads/JULCANI%20IBARRA%20SEDEQUIAS.pdf>

Mata, L. D. (2019). Diseños de investigaciones con enfoque cuantitativo de tipo no experimental. Publicado en julio del 2019. Recuperado de

<https://investigaliacr.com/investigacion/disenos-de-investigaciones-con-enfoque-cuantitativo-de-tipo-no-experimental/#:~:text=Este%20es%20el%20caso%20de,ambiente%20natural%20para%20despu%C3%A9s%20analizarlos%E2%80%9D>

Arias, B. (2019). Al ternativa para la estabilización de las quebradas en el tramo puente Los Angeles – Puente Ricardo Palma con fines de mitigación de huaycos. (Tesis de pregrado, Universidad Federico Villarreal, Lima, Perú) Recuperado de <http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/4058/ARIAS%20CAMPOS%20BETSY%20MILAGROS%20-%20T%C3%8DTULO%20PROFESIONAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tacza Zevallos , J. N. (2019). *Manual para la elaboración del plan de tesis o plan de trabajo de investigación*. Lima . Recuperado el 18 de Mayo de 2020, de <https://www.usmp.edu.pe/fia/pdf/graduados/titulo/Plan-de-Tesis-o-Plan-de-Trabajo-de-Investigacion.pdf>

Guerra, P. R (2019)Calidad en el drenaje y diseño de un pavimento rígido permeable con agregados de la cantera Isla, en las vías de la Villa Chullunquiani del sector nor-oeste de la ciudad de Juliaca. (Tesis de pregrado, Universidad Peruana Unión, Juliaca, Perú). Recuperado de [file:///C:/Users/JOSE/Downloads/Guerra_Tesis_Licenciatura_2019%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/JOSE/Downloads/Guerra_Tesis_Licenciatura_2019%20(1).pdf)

La República (2020). *Piden encauzar quebradas para evitar daños por huaicos*. Publicado en enero del 2020. Recuperado de <https://larepublica.pe/sociedad/2020/01/31/huaicos-en-chosica-y-chaclacayo-piden-encauzar-quebradas-para-evitar-danos-mtc/>

ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de operacionalización de variables

	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador	Tipo de variable
Variable Independiente (X) Pavimento permeable	Pavimentos permeables: Son pavimentos que dejan filtrar agua en el terreno natural o sea captada y retenida en capas subsuperficiales para su evacuación o reutilización. (Jato, D., Andrés, V., Rodríguez, J. y Castro, D. 2019)	Pueden ser instalados en vías de baja intensidad de tráfico, facilita la inmediata filtración del agua de lluvia al sub suelo (Jato, D., Andrés, V., Rodríguez, J. y Castro, D. 2019)	Resistencia	Capacidad de soportar cargas a la compresión.	Continua
			Componentes	Materiales que conforman el pavimento	Continua
			permeabilidad	Cantidad de vacíos del pavimento	Discreta
Variable Dependiente (Y) Drenaje urbano sostenible	Drenaje sostenible: Son aquellos sistemas de drenaje que contribuyen al desarrollo sostenible y a la mejora del diseño urbano, equilibrando los intereses que influyen en la comunidad (Abellán, A. 2013)	Estos sistemas de drenaje operan donde hay intensidades de lluvias, y así reducen los contaminantes arrastrados por la escorrentía (Abellán, A. 2013)	Precipitación	Intensidades máximas de las lluvias y su caudal	Discreta
			Escorrentía	Sistema de reutilización de las aguas pluviales	Continua

ANEXO 2 Matriz de consistencia.

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Métodos	Técnicas	Instrumentos
<p>Problema general:</p> <p>¿De qué manera se plantearía el pavimento permeable como alternativa de drenaje urbano sostenible para vías de bajo tráfico en Lurigancho – Chosica 2020?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <p>PE.1</p> <p>¿Cómo determinar la intensidad máxima y el caudal generado por los eventos de precipitación en las vías de bajo tráfico en Lurigancho - Chosica, 2020?</p> <p>PE.2</p> <p>¿Cómo elaborar un prototipo de resistencia a la compresión $F'c=240$ kg/cm² con agregados de 3/8", 1/2" y 3/4" con un 15% de vacíos del pavimento permeable para vías de bajo tráfico en</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Plantear el pavimento permeable como alternativa de drenaje urbano sostenible para vías de bajo tráfico en Lurigancho – Chosica, 2020.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>OE.1 Determinar la intensidad máxima y el caudal generado por los eventos de precipitación en las vías de bajo tráfico en Lurigancho – Chosica, 2020</p> <p>OE.2 Elaborar un prototipo de resistencia a la compresión $F'c=240$ kg/cm² con agregados de 3/8", 1/2" y 3/4" con un 15% de vacíos del pavimento permeable para vías de bajo</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>El pavimento permeable es una buena alternativa de drenaje urbano sostenible para vías de bajo tráfico en Lurigancho - Chosica.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <p>HE.1 Existen intensidades de lluvia y caudal generado por los eventos de precipitación en las vías de bajo tráfico en Lurigancho – Chosica, 2020.</p> <p>HE. 2 Los pavimentos permeables intervienen favorablemente ante eventos extremos de precipitación pluvial en las vías de bajo tráfico</p>	<p>Variable Independiente (X)</p> <p>Pavimento permeable</p> <p>-----</p> <p>Variable Dependiente (Y)</p> <p>Drenaje urbano sostenible</p>	<p>Resistencia</p> <p>Componentes</p> <p>permeabilidad</p> <p>-----</p> <p>Precipitación pluvial</p> <p>caudal</p>	<p>Capacidad de soportar cargas a la compresión.</p> <p>Magnitud de impacto</p> <p>Materiales que conforman el pavimento</p> <p>-----</p> <p>Intensidad máxima de las lluvias</p> <p>Caudal máximo</p> <p>Sistema de reutilización</p>	<p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Alcance de tipo de investigación: Explicativo</p> <p>Diseño de la Investigación: experimental</p>	<p>Análisis documental</p> <p>probabilístico</p>	<p>Instrumentos de medición indirecto</p> <p>Software Hidroesta</p> <p>Método Racional</p>

<p>Lurigancho – Chosica, 2020?</p> <p>PE.3 ¿Cómo intervienen los pavimentos permeables ante eventos extremos de precipitación pluvial en las vías de bajo tráfico en Lurigancho - Chosica, 2020?</p>	<p>tráfico en Lurigancho – Chosica, 2020</p> <p>OE.3 Determinar la intervención de los pavimentos permeables ante eventos extremos de precipitación pluvial en vías de bajo tráfico en Lurigancho – Chosica 2020.</p>	<p>en Lurigancho – Chosica, 2020</p> <p>HE. 3 Los pavimentos permeables desvían las aguas filtradas de la escorrentía en las vías de bajo tráfico en Lurigancho – Chosica, 2020.</p>			<p>de las aguas pluviales</p>			
---	--	---	--	--	-------------------------------	--	--	--

ANEXO 3 Ficha Técnica.

FICHA TÉCNICA DE EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAÚLICO NTP 339.078:2001 Y NTP 339.034:1999				
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	ESCUELA ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL	FECHA: 03/05/2020
INVESTIGADORA:	Inquil Ayquipa, Laydi Yulaysi			
PROYECTO:	Estudio del pavimento permeable como alternativa de drenaje urbano sostenible para vías de bajo tráfico en Lurigancho - Chosica, 2020.			
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - LIMA ESTE			VALOR ACTUAL	OBSERVACIÓN
CARACTERÍSTICAS:	a) Resistencia a la compresión	180 a 450 kg/cm ²		
	b) Resistencia a la flexión	35 a 90 kg/cm ² a los 28 días.		
	c) Peso volumétrico	1,600 a 1800 kg/m ³ (prom.)		
	d) Permeabilidad	100% (llegada la saturación)		
	e) Índice de refracción (Ley de Snell)	28 con cemento gris y agregado de 3/8" y 32 con cemento blanco y 3/8"		
AGREGADOS DE CONCRETO:	Cualquiera de origen pétreo o metálico, con alta resistencia, limpio y con granulometría de 1 a 350 mm.			
NO LO AFECTAN:	Hidrocarburos alifáticos		alcoholes	
	Hidrocarburos aromáticos		Aceites vegetales	
	Solventes clorados		Aceites minerales	
	MIBK (metil isobutil cetona)		Rayos UV	
	MEK (metil etil cetona)		Salinidad	
	Acetato de etilo		Álcalis	

ANEXO 4. Gráfica de Regiones Hidrometeorológicas del Perú..



ANEXO 5. Resultados de ensayo a la compresión.



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



INFORME

Del A Obra : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 : LAYDI YULAYSI INQUIL AYQUIPA
 : "ESTUDIO DEL PAVIMENTO PERMEABLE COMO ALTERNATIVA DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE PARA VÍAS DE BAJO TRÁFICO EN LURIGANCHO - CHOSICA, 2020"

Ubicación : LURIGANCHO - CHOSICA

Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión

Expediente N° : 20-1808

Recibo N° : 71206

Fecha de emisión : 18/11/2020

- 1. DE LA MUESTRA** : Consistente en 6 probetas cilíndricas de concreto.
- 2. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, ELE INTERNATIONAL
 Certificado de Calibración: CMC-020-2020
- 3. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia, NTP 339.034-2015
 Procedimiento interno AT-PR-12
- 4. RESULTADOS** :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)	TIPO DE FALLA
1	PAVIMENTO 3/8"	14/11/2020	18/11/2020	80.7	30,441	377	Tipo 3
2	PAVIMENTO 3/8"	14/11/2020	18/11/2020	81.2	27,129	334	Tipo 3
3	PAVIMENTO 1/2"	14/11/2020	18/11/2020	80.3	22,345	278	Tipo 3
4	PAVIMENTO 1/2"	14/11/2020	18/11/2020	80.9	26,495	328	Tipo 3
5	PAVIMENTO 3/4"	14/11/2020	18/11/2020	81.0	22,682	280	Tipo 3
6	PAVIMENTO 3/4"	14/11/2020	18/11/2020	81.1	24,123	297	Tipo 3

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

Hecho por : Mag. Ing. C. Vilegas M.
 Técnico : Sr. J.L.J.
 Digitadora: Dca. D.L.A.

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.

MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio



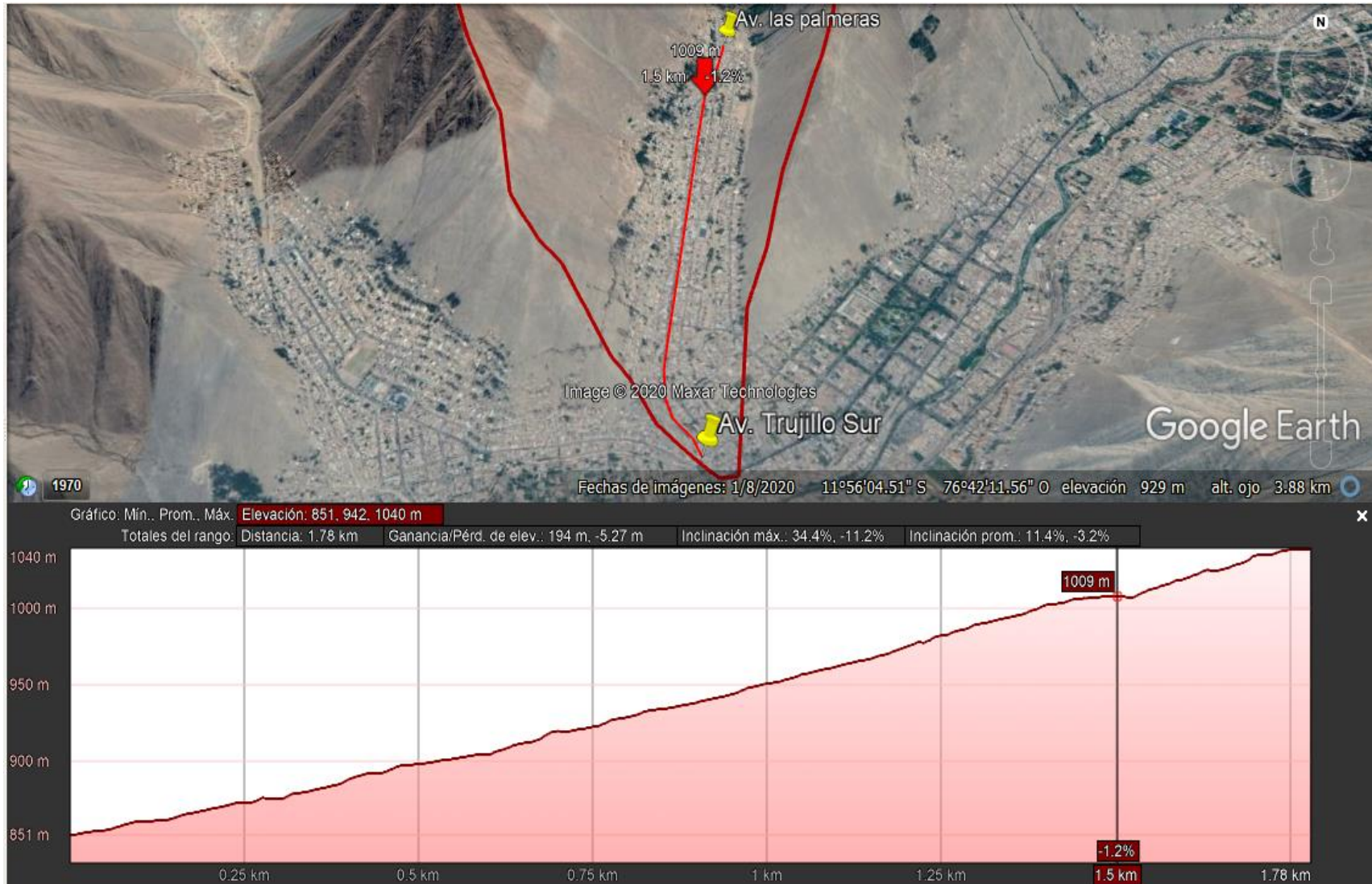
UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

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



ANEXO 8. Perfil de elevación de la Av. Tupac Amaru.



ANEXO 9. Ley de Transparencia y Acceso a la información Pública, de los datos Meteorológicos.



RESOLUCIÓN DE PRESIDENCIA EJECUTIVA N° 214-2017/SENAMHI

Lima, 27 NOV. 2017

VISTO:

El Memorando N° 724-2017/SENAMHI-SG de fecha 22 de noviembre de 2017; y,

CONSIDERANDO:

Que, la Ley N° 24031, Ley del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, modificada por la Ley N° 27188, establece que el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI es un Organismo Público Descentralizado, con personería jurídica de derecho público interno y autonomía técnica, administrativa y económica, dentro de los límites del ordenamiento legal del Sector Público;

Que, mediante el artículo 3 del Reglamento de Organización y Funciones del SENAMHI, aprobado por el Decreto Supremo N° 003-2016-MINAM, se precisa que la referida entidad está adscrita al Ministerio del Ambiente;

Que, el Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobada mediante Decreto Supremo N° 043-2003-PCM, tiene por finalidad promover la transparencia de los actos del Estado y regular el derecho fundamental de acceso a la información consagrada en el numeral 5) del artículo 2 de la Constitución Política del Perú;

Que, el artículo 8 del citado Decreto Supremo dispone que las entidades identificarán, bajo responsabilidad de su máximo representante, al funcionario responsable de brindar la información solicitada;

Que, los literales b) y c) del artículo 3 del Reglamento de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado mediante el Decreto Supremo N° 072-2003-PCM, establecen que es obligación de la máxima autoridad de la entidad, bajo responsabilidad, designar a los funcionarios responsables de entregar la información de acceso público, así como al funcionario responsable de la elaboración y actualización del Portal de Transparencia;

Que, el artículo 4 del referido Reglamento establece que la designación del funcionario o funcionarios responsables de entregar la información, y de la elaboración y actualización del Portal de Transparencia se efectuará mediante Resolución de la máxima autoridad de la Entidad y será publicada en el Diario Oficial "El Peruano";

Que, mediante la Resolución Presidencial Ejecutiva N° 076-2017/SENAMHI, de fecha 10 de marzo de 2017, la entonces Presidenta Ejecutiva del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú designó, a partir del 17 de febrero de 2017, como responsable institucional para el acceso a la información pública al (la) coordinador (a) de la Unidad Funcional Operativa de Atención al Ciudadano y como responsable institucional del Portal de Transparencia Estándar al (la) coordinador (a) de la Unidad Funcional Operativa de Comunicaciones;



ANEXO 10. Validación del Método Racional.

DECRETO SUPREMO N° 034-2008-MTC

Enlace Web: EXPOSICIÓN DE MOTIVOS - PDF.

CONCORDANCIAS(1)

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 23 de la Ley N° 27181, Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre, señala los reglamentos nacionales necesarios para la implementación de la referida Ley, entre los cuales se encuentra el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, disponiendo que los mismos serán aprobados por Decreto Supremo refrendado por el Ministro de Transportes y Comunicaciones;

Que, de conformidad al literal a) del artículo 16 de la Ley N° 27181, Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, es el órgano rector a nivel nacional en materia de transporte y tránsito terrestre, siendo que entre sus competencias normativas se encuentra la de dictar los Reglamentos Nacionales establecidos en la citada Ley;

Que, en tal sentido es necesario aprobar el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial;

De conformidad con lo dispuesto en el inciso 8) del artículo 118 de la Constitución Política del Perú y en la Ley N° 27181, Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre;

DECRETA:

Artículo 1.- Aprobación del reglamento

Apruébese el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, que en anexo forma parte del presente Decreto Supremo, el mismo que consta de cuarenta y cinco (45) artículos y cinco (05) disposiciones complementarias finales.

Artículo 2.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por la Ministra de Transportes y Comunicaciones.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veinticuatro días del mes de octubre del año dos mil ocho.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

VERÓNICA ZAVALA LOMBARDI
Ministra de Transportes y Comunicaciones

REGLAMENTO NACIONAL DE GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL

TÍTULO PRELIMINAR

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1 Del objeto

Artículo 2 De las definiciones

ANEXO 11. Fichas técnicas de los productos utilizados.

Anexo 11.1. Aditivo SikaCem Plastificante.



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO SikaCem® Plastificante

ADITIVO PLASTIFICANTE Y REDUCTOR DE AGUA PARA MORTEROS Y HORMIGONES

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaCem® Plastificante es un aditivo líquido para elaborar morteros y hormigones fluidos. Reduce la cantidad de agua en aproximadamente un 10 % incrementando la resistencia; NO CONTIENE CLORUROS, de modo que no corroe los metales.

USOS

SikaCem® Plastificante es recomendable para:

- Estructuras en general canales, diques, estructuras de fundación, columnas, vigas, tanques elementos prefabricados, losas, etc.)
- Cualquier tipo de estructura, cuando se desee aumentar las resistencias mecánicas o dar mayor fluidez al hormigón.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

En el hormigón fresco:

- Mejora la trabajabilidad del hormigón (plastifica), facilitando su colocación y compactación.
- Permite una reducción en la cantidad de agua de amasado de un 10 % aproximadamente, lo que se manifiesta en un aumento de las resistencias mecánicas del hormigón endurecido.
- Aumento de la cohesión interna en el hormigón fresco, tendiendo a evitar la segregación de los áridos.
- Disminuye la exudación.

En el hormigón endurecido:

- Posibilita un incremento de las resistencias mecánicas a la compresión del orden del 10 al 15%, contra testigo.
- Reduce la contracción.
- Aumenta la adherencia al acero.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Base Química	Mezcla de lignosulfonatos y polímeros orgánicos.
Empaques	<ul style="list-style-type: none">• Envase PET x 4 L• Balde x 20 L
Apariencia / Color	Líquido marrón oscuro
Vida Útil	1 año
Condiciones de Almacenamiento	En sus envases de origen, bien cerrados y no deteriorados, en lugares frescos y secos, a temperaturas entre + 5°C y + 30°C. Protegido del congelamiento, del calor excesivo y de la radiación solar directa.
Densidad	1.20 +/- 0.01

Hoja De Datos Del Producto
SikaCem® Plastificante
Junio 2019, Versión 01.01
021302011000000829

INFORMACIÓN TÉCNICA

Guía de Vaciado de Concreto

Mezclar los materiales componentes del hormigón o mortero con parte del agua de mezclado, incorpore el contenido del DoyPack de SikaCem® Plastificante al pastón y complete con la menor cantidad de agua hasta lograr la fluidez requerida.

Para asegurar la homogeneidad del hormigón o mortero, se recomienda mezclar durante 3 minutos adicionales luego de incorporar todos los materiales componentes a la mezcladora.

Para mejorar el desempeño de morteros y hormigones se recomienda mantener la dosificación y proporción de los materiales componentes, Utilizar la menor cantidad de agua de mezclado hasta alcanzar la fluidez necesaria para la obra.

Cuidar que se cumplan las correctas condiciones de elaboración, colocación, compactación y curado.

La sobre-dosificación de SikaCem® Plastificante puede causar retardo de fragüe.

El desempeño de los aditivos pueden variar si se modifican los materiales componentes o sus cantidades.

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Dosificación Recomendada

- Como plastificante: 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.
 - Como superplastificante: hasta 500 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.
-

LIMITACIONES

Temperatura Sustrato +5°C mín. / +30°C máx.

Temperatura Ambiente +5°C mín. / +30°C máx.

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.





HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

SikaCem® Acelerante PE

ACELERANTE DE FRAGUA Y RESISTENCIAS PARA MEZCLAS DE CONCRETO Y MORTERO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Aditivo líquido de acción acelerante sobre tiempo de fraguado y resistencias mecánicas del concreto.

USOS

SikaCem® Acelerante PE debe usarse cuando se requiera:
Obtener concreto con altas resistencias a temprana edad, reducir el tiempo de desencofrado y facilitar el rápido avance de las obras, colocar concreto en ambiente frío o efectuar reparaciones rápidas en todo tipo de estructuras.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- El SikaCem® Acelerante PE reduce los tiempos de desencofrado.
 - Se obtienen resistencias más altas a temprana edad.
 - Pronto uso de estructuras nuevas.
 - Rápida puesta en uso de estructuras reparadas.
 - SikaCem® Acelerante PE contrarresta el efecto del frío sobre las resistencias y el fraguado.
- Aumenta los rendimientos en la elaboración de prefabricados.

CERTIFICADOS / NORMAS

Cumple norma ASTM 494, tipo C.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	Envase PET x 4 Litros – Baide x 20 Litros
Apariencia / Color	Incoloro a tonalidad amarilla
Vida Útil	1 año
Condiciones de Almacenamiento	El producto debe de ser almacenado en un lugar fresco y bajo techo en su envase original bien cerrado.
Densidad	1.38 kg/L +/- 0.01

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

SikaCem® Acelerante PE viene listo para usarse, agregándose al agua de mezcla.

DOSIFICACIÓN

Dependiendo del grado de aceleramiento deseado, SikaCem® Acelerante PE se dosifica del 1% al 4% del peso del cemento (aproximadamente de 300 mL a 1200 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg). De acuerdo con nuestra experiencia y como una guía en el uso de SikaCem® Acelerante PE, se puede decir que con una dosificación del 4% se obtienen resistencias mecánicas a 3 días equivalentes a 7 días y a 7 días las equivalentes a 15 días. Este efecto puede variar con el tipo y la edad del cemento, como también con la temperatura del ambiente. Recomendamos hacer ensayos previos para determinar la dosificación óptima en cada caso.

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES

Note que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.



Anexo 11.3. Ficha técnica del Cemento Portland utilizado



Ficha Técnica

CEMENTO SOL

Descripción:

- Es un Cemento Pórtland Tipo I, obtenido de la molienda conjunta de Clinker y yeso.

Beneficios:

- El acelerado desarrollo de resistencias iniciales permite un menor tiempo en el desencofrado.
- Excelente desarrollo de resistencias en Shotcrete.
- Excelente desarrollo en resistencias a la compresión.
- Buena trabajabilidad.

Usos:

- Construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requieren características especiales o no especifique otro tipo de cemento.
- Fabricación de concretos de mediana y alta resistencia a la compresión.
- Preparación de concretos para cimientos, sobrecimientos, zapatas, vigas, columnas y techado.
- Producción de prefabricados de concreto.
- Fabricación de bloques, tubos para acueducto y alcantarillado, terrazos y adoquines.
- Fabricación de morteros para el desarrollo de ladrillos, tarrajeos, enchapes de mayólicas y otros materiales.

Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

Formato de Distribución:

- **Bolsas de 42.5 Kg:** 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- **Granel:** A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



Recomendaciones

Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

Manipulación:

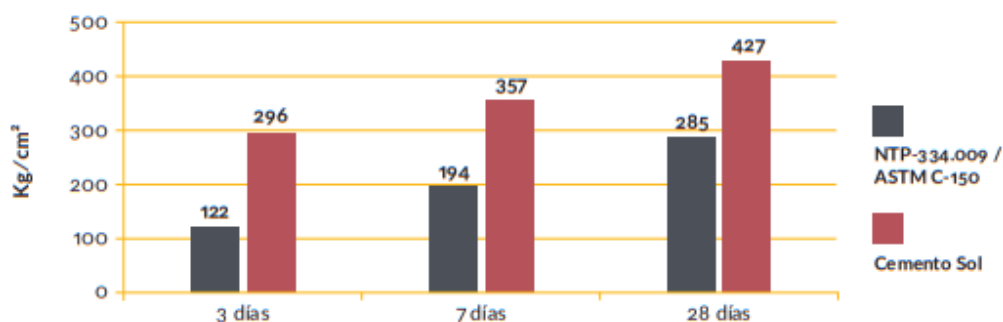
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

Requisitos mecánicos

Comparación resistencias NTP-334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Sol



Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Sol	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	6.62	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica	m ² /kg	336	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.12	No específica
Resistencia a la Compresión			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	296	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	357	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	427	Mínimo 285*
Tiempo de Fraguado			
Fraguado Vicat inicial	min	127	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	305	Máximo 375
Composición Química			
MgO	%	2.93	Máximo 6.0
SO ₃	%	3.00	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	2.2	Máximo 3.5
Residuo insoluble	%	0.7	Máximo 1.5
Fases Mineralógicas			
C ₂ S	%	11.9	No específica
C ₃ S	%	54.2	No específica
C ₃ A	%	10.1	No específica
C ₄ AF	%	9.7	No específica

*Requisito opcional

Anexo 11.4. Ficha técnica del agregado grueso.



Piedra Chancada Unicon 40kg

Unicon 109298



FICHA TÉCNICA

<p>Características Todo el material extraído y procesado pasa por un riguroso control de calidad, garantizando un producto libre de contaminación y cumpliendo las especificaciones de las Normas ASTM y NTP. Aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava</p>	<p>Garantía 1 Año</p>
<p>Profundidad Del Producto 13 cm</p>	<p>Altura Del Producto 60 cm</p>
<p>Recomendaciones De Uso Es importante la verificación permanente de la calidad de este agregado, para mantener controlada la demanda de agua y la homogeneidad de la mezcla.</p>	<p>Observaciones Producto listo para usar. Mediada de la bolsa</p>
<p>Modelo Chancada</p>	<p>Tipo de Producto Piedra</p>
<p>Ancho Del Producto 35 cm</p>	<p>Sub Tipo de Producto Chancada</p>
<p>Material Piedra</p>	<p>Color Gris</p>
<p>Número de piezas 1</p>	<p>Marca Unicon</p>
<p>Peso Del Producto 40 kg</p>	<p>Espesor 1/2 *</p>
<p>Advertencia de uso Mantener alejado de los niños, usar herramientas e implementos de seguridad necesarios para la manipulación de producto.</p>	<p>Presentación Bolsa</p>
<p>Uso Para concreto.</p>	

ANEXO 12. Resultados de software

Ajuste de una serie de datos a la distribución Normal

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
13	4.6
14	5.2
15	5.6
16	5.7
17	5.8
18	6.0
19	6.5
20	6.5
21	7.7
22	8.0
23	16.0
24	30.7
25	37.0
[?]	

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): m³/s
 Período de retorno (T): años
 Probabilidad (P): %
 Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Parámetros distribución normal:
 Con momentos ordinarios:
 De localización (X̄m): 6.9616
 De escala (S): 8.717
 Con momentos lineales:
 Media lineal (X̄l): 6.9616
 Des. Estandar (S l): 6.4686

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	0.8	0.0385	0.2398	0.1704	0.2014
2	1.2	0.0769	0.2543	0.1865	0.1774
3	1.6	0.1154	0.2693	0.2036	0.1539
4	2.3	0.1538	0.2964	0.2356	0.1426
5	2.3	0.1923	0.2964	0.2356	0.1041
6	2.3	0.2308	0.2964	0.2356	0.0656
7	2.34	0.2692	0.2980	0.2375	0.0288
8	2.4	0.3077	0.3004	0.2403	0.0073

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Como el delta teórico 0.2987, es mayor que el delta tabular 0.2720. Los datos no se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 5%

Archivos y resultados:
 Crear Accesar Excel Reporte

15:51 14/12/2020

Ajuste de una serie de datos a la distribución log-Normal de 2 parámetros

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
13	4.6
14	5.2
15	5.6
16	5.7
17	5.8
18	6.0
19	6.5
20	6.5
21	7.7
22	8.0
23	16.0
24	30.7
25	37.0
[>]	

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): m³/s
 Período de retorno (T): años
 Probabilidad (P): %
 Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Parámetros distribución log-normal:
 Con momentos ordinarios:
 De escala (μy): 1.4927
 De forma (Sy): 0.8975
 Con momentos lineales:
 De escala (μyl): 1.4927
 De forma (Syl): 0.8839

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	0.8	0.0385	0.0279	0.0261	0.0105
2	1.2	0.0769	0.0721	0.0691	0.0048
3	1.6	0.1154	0.1272	0.1236	0.0119
4	2.3	0.1538	0.2311	0.2277	0.0773
5	2.3	0.1923	0.2311	0.2277	0.0388
6	2.3	0.2308	0.2311	0.2277	0.0003
7	2.3	0.2692	0.2311	0.2277	0.0381
8	2.4	0.3077	0.2458	0.2425	0.0619

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Como el delta teórico 0.1056, es menor que el delta tabular 0.2720. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Archivos y resultados:
 Crear Accesar Excel Reporte

16:00 14/12/2020

Ajuste de una serie de datos a la distribución log-Normal de 3 parámetros

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
14	5.2
15	5.6
16	5.7
17	5.8
18	6.0
19	6.5
20	6.5
21	7.7
22	8.0
23	16.0
24	30.7
25	37.0
[?]	

Distribución log-Normal 3 parámetros

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): _____ m³/s
 Período de retorno (T): _____ años
 Probabilidad (P): _____ %
 Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Parámetros distribución log-normal:
 De posición (x₀): 0.2951
 De escala (μ_y): 1.3911
 De forma (S_y): 0.9594

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Como el delta teórico 0.0949, es menor que el delta tabular 0.2720. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%

m	X	P(X)	Z	F(Z)	Delta
1	0.8	0.0385	-2.1624	0.0153	0.0232
2	1.2	0.0769	-1.5542	0.0601	0.0169
3	1.6	0.1154	-1.1726	0.1205	0.0051
4	2.3	0.1538	-0.7249	0.2342	0.0804
5	2.3	0.1923	-0.7249	0.2342	0.0419
6	2.3	0.2308	-0.7249	0.2342	0.0035
7	2.3	0.2692	-0.7249	0.2342	0.0350
8	2.4	0.3077	-0.6742	0.2501	0.0576

Archivos y resultados:
 Crear Accesar Excel Reporte

16:04 14/12/2020

Ajuste de una serie de datos a la distribución Gumbel

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
13	4.6
14	5.2
15	5.6
16	5.7
17	5.8
18	6.0
19	6.5
20	6.5
21	7.7
22	8.0
23	16.0
24	30.7
25	37.0
[>]	

Distribución Gumbel

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): _____ m³/s
 Período de retorno (T): _____ años
 Probabilidad (P): _____ %
 Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Parámetros distribución Gumbel:
Con momentos ordinarios:
 De posición (μ): 3.0365
 De escala (alfa): 6.7973
Con momentos lineales:
 De posición (μ_l): 3.9202
 De escala (alfa): 5.2663

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Como el delta teórico 0.2285, es menor que el delta tabular 0.2720. Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	0.8	0.0385	0.2492	0.1639	0.2107
2	1.2	0.0769	0.2698	0.1871	0.1928
3	1.6	0.1154	0.2907	0.2115	0.1754
4	2.3	0.1538	0.3281	0.2566	0.1743
5	2.3	0.1923	0.3281	0.2566	0.1358
6	2.3	0.2308	0.3281	0.2566	0.0973
7	2.3	0.2692	0.3281	0.2566	0.0589
8	2.4	0.3077	0.3335	0.2633	0.0258

Archivos y resultados:
 Crear Accesar Excel Reporte

16:07 14/12/2020

ANEXO 13. Panel fotográfico de la zona de estudio Av. Tupac Amaru



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 14. Panel fotográfico del procedimiento de las probetas.
Figura 1. Equipos y herramientas a utilizar.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Selección de los agregados gruesos de 3/8", 1/2" y 3/4".



Fuente: elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Encofrado para el prototipo de concreto permeable.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4: Peso requerido del cemento a utilizar



Fuente: Elaboración propia

Figura 5: Aditivo plastificante



Fuente: Elaboración propia

Figura 6: Aditivo acelerante



Fuente: Elaboración propia

Figura 7: Elaboración de las probetas



Fuente: Elaboración propia

Figura 8: vaciado del concreto con agregado de 1/2", para el prototipo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 9: Laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4: Máquina ELE Internacional #2, para la resistencia a la compresión de probetas



Fuente: Elaboración propia

Figura 5: Probetas ensayadas



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 15. Plano detallado del Pavimento Permeable.

