



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Propuesta de Diseño de Pavimento Drenante, Huaraz – Perú –
2023.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Alva Rojas, Guido Wilson (orcid.org/0000-0003-1004-5790)

Herrera Cerquen, Alejandro (orcid.org/0000-0003-2294-7943)

ASESOR:

Msc. Marin Cubas, Percy Lethelier (orcid.org/0000-0001-5232-2499)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

HUARAZ – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedico todo el esfuerzo de esta investigación a mis padres Rojas Trejo de Alva Sotica y Alva Coral Isidro por brindarme su apoyo en todo momento de este transcurrir universitario, ellos me alentaron guiaron y aconsejaron a seguir adelante para culminar esta etapa de mi vida. A mis 6 hermanos que cada uno de ellos me supo orientar a su manera brindándome el apoyo y confort que necesite para culminar mis estudios, a todos ellos muchas gracias.

Dedico todo el esfuerzo de esta investigación a mis padres Cerquen Osorio Jesús y Herrera López José por el apoyo brindado en mi vida universitaria, que alentaron, guiaron y aconsejaron a seguir adelante. A mis hermanos Denix y Milagritos que apoyaron mis ideales y sueños, en especial a mi hijo Herrera Franco Jheycob Mathías que es el motor para seguir creciendo profesionalmente, a todos ellos muchas gracias.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a nuestro divino creador por guiarnos en el camino del bien, a nuestros familiares por ser parte fundamental de nuestro crecimiento profesional, a nuestros padres por su apoyo para cumplir nuestras metas, al destino que nos puso en este preciso momento para culminar la carrera profesional.

De igual forma agradecemos a la Universidad Cesar Vallejo Filial Huaraz por la oportunidad de crecimiento intelectual, asimismo a nuestro asesor Msc. Marín Cubas Percy Lethelier, por todo el apoyo brindado durante el proceso de desarrollo de investigación.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra y muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
3.5. Procedimientos	15
3.6. Método de análisis de datos	16
3.7. Aspectos éticos.....	16
IV. RESULTADOS.....	18
V. DISCUSIÓN	37
VI. CONCLUSIONES	41
VII. RECOMENDACIONES.....	42
REFERENCIAS.....	43
ANEXOS	47

Índice de tablas

Tabla 1. Cantidad de probetas cilíndricas para la resistencia a compresión.	13
Tabla 2. Cantidad de probetas cilíndricas para la prueba de permeabilidad.	13
Tabla 3: Datos de aditivo SikaRapid®-5	23
Tabla 4: Resumen del ensayo al agregado grueso	24
Tabla 5: Determinación del coeficiente b/b_0	25
Tabla 6: Volumen Absoluto Total.....	27
Tabla 7: Dosificación de Diseño de Mezcla	28
Tabla 8: Dosificación de Diseño de Mezcla más Aditivo.....	29
Tabla 9: Consistencia: Asentamiento	29
Tabla 10: Asentamiento de Concreto Drenante.....	29
Tabla 11: Carga Máxima y $F'c$ Concreto Drenante sin Aditivo 7 días.	30
Tabla 12: Carga Máxima y $F'c$ Concreto Drenante sin Aditivo 14 días.	30
Tabla 13: Carga Máxima y $F'c$ Concreto Drenante sin Aditivo 28 días.	31
Tabla 14: Carga Máxima y $F'c$ Concreto Drenante con Aditivo 7 días.	31
Tabla 15: Carga Máxima y $F'c$ Concreto Drenante con Aditivo 14 días.	32
Tabla 16: Carga Máxima y $F'c$ Concreto Drenante con Aditivo 28 días.	32
Tabla 17: Permeabilidad Concreto Drenante sin Aditivo	34
Tabla 18: Permeabilidad Concreto Drenante con Aditivo	34
Tabla 19: Costo Unitario de Concreto Drenante sin Aditivo.....	35
Tabla 20: Costo Unitario de Concreto Drenante con Aditivo.....	36

Índice de figuras

Figura 1: " <i>Resistencia a la Compresión de Cementos Comerciales vs NTP-334.009/ASTM C-150</i> "	20
Figura 2: " <i>Contenido de Aire de Cemento Comercial vs NTP-334.009/ ASTM C-150</i> "	20
Figura 3: " <i>Expansión Autoclave de Cementos Comerciales vs NTP-334.009 / ASTM C-150</i> "	21
Figura 4: " <i>Superficie Específica de Cementos Comerciales vs ntp-334.009 / ASTM C-150</i> "	21
Figura 5: " <i>Composición Química de Cementos Comerciales vs NTP-334.009 / ASTM C-150</i> "	22
Figura 6: " <i>Fraguado Vicat Inicial de Cementos Comerciales vs NTP-334.009 / ASTM C-150</i> "	22
Figura 7: " <i>Resistencia a la Compresión kg/cm² vs Contenido de Aire %</i> "	24
Figura 8: " <i>Contenido de Aire % vs Relación Agua-Cemento a/c</i> "	25
Figura 9: " <i>Resistencia Adquirida Hasta los 28 Días Mezcla sin Aditivo</i> "	31
Figura 10: " <i>Resistencia Adquirida Hasta los 28 Días Mezcla con Aditivo</i> "	33
Figura 11: " <i>Resistencia Adquirida Hasta los 28 días C.D. con Aditivo vs C.D. sin Aditivo</i> "	33

Resumen

En el presente proyecto de tesis, tiene como objetivo realizar la propuesta de diseño de mezcla para pavimento drenante, Huaraz – Perú – 2023, la metodología usada fue de tipo investigación aplica y diseño de investigación experimental puro. En esta se realizó un diseño de concreto drenante, se tuvo como población 18 probetas cilíndricas y 4 probetas rectangulares de 16cmx30cmx100cm, estas fueron diseñadas 9 probetas sin aditivo y 9 con aditivo de resistencia 210kg/cm²; los instrumentos utilizados fueron con las normas de concreto existentes, los resultados obtenidos fueron un diseño de mezcla de proporciones 1:2.79/17.96 litros y 1:2.79/17.37 lt/0.6lt, así mismo se realizó el slump para ambos diseños fue de 1.2”, por otra parte la resistencia a la compresión a los 28 días de 222 kg/cm² y 224 kg/cm², una permeabilidad de 0.812 cm/seg. para ambos diseños y finalmente el costo de cada diseño de concreto que por metro cuadrado serian S/. 361.58 y S/. 412.23 soles respectivamente. Se concluye en que el diseño cumple con las características necesarias para uso en vías secundarias, ya que no soportaría tránsito pesado por su resistencia según la norma CE 010 “Pavimentos Urbanos” (ICG – Instituto de Construcción y Gerencia,2010, pág 20) para este diseño se tomó una resistencia inicial de 210 kg/cm², relación a/c final de 0.53, el 17% de vacíos y no se hizo uso de agregado fino.

Palabras clave: Concreto drenante, Aditivo SikaRapid®-5, ACI-522R, Resistencia de compresión, Permeabilidad.

Abstract

The objective of this thesis project is to make a proposal for the design of a draining pavement, Huaraz - Peru - 2023, the methodology used was of the applied research type and pure experimental research design. In this a draining concrete design was carried out, the population was 18 cylindrical specimens and 4 rectangular specimens of 16cmx30cmx100cm, these were designed 9 specimens without additive and 9 with additive of resistance 210kg/cm²; the instruments used were with the existing concrete norms, the results obtained were a mixture design of proportions 1:2.79/17.96 liters and 1:2.79/17.37 lt/0.6lt, the slump for both designs was 1.2", the compressive strength at 28 days was 222 kg/cm² and 224 kg/cm², a permeability of 0.812 cm/sec. for both designs and finally the cost of each concrete design per square meter was S/. 361.58 and S/. 412.23 soles respectively. It is concluded that the design complies with the necessary characteristics for use in secondary roads, since it would not support heavy traffic due to its resistance according to the CE 010 "Urban Pavements" standard (ICG – Instituto de Construcción y Gerencia, 2010, pág 20). For this design an initial resistance of 210 kg/cm² was taken, final w/c ratio of 0.53, 17% of voids and no use of fine aggregate was made.

Keywords: Drainage concrete, SikaRapid®-5 admixture, ACI-522R, Strength of Compression, Permeability.

I. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, se ha registrado un alto impacto ambiental como resultado de los continuos cambios climáticos, trayendo consigo lluvias torrenciales o sequías, en ese contexto, el pavimento drenante ha tomado especial atención, ya que, los países se encuentran en la obligación de plantear reformas en la conservación de agua, y este tipo de pavimento es una alternativa de solución, debido a que brinda una manera de construcción urbana sostenible, al garantizar el tratamiento de las aguas lluvia, infiltrando el agua al subsuelo o almacenándolos para luego ser reutilizados **(García et al., 2022, pág 284)**. Países como México y EE.UU. han implementado el concreto drenante de manera exitosa en calles de bajo tránsito y estacionamientos, con el fin de captar las aguas lluvia hacia su interior si es que la subbase lo permite, o en su defecto reconducirlas a sistemas recolectores controlados; disminuyendo de esta manera las precipitaciones y la contaminación, resaltando que no se altera el ciclo hidrológico del agua y se brinda un tránsito ordenado y seguro. En esa línea, cabe resaltar que su diseño y utilización pretende complementar o en muchos casos sustituir los sistemas convencionales de drenaje aligerando las demandas de la población **(Toro y Cayon, 2021)**. En el Perú, existen inundaciones permanentes en temporadas de lluvias, generalmente causadas por la falta de evacuación de aguas lluvia, contaminación, interrupción del ciclo hidrológico y acrecentamiento de caudales. Este fenómeno en el sector urbano está directamente relacionada a la falta de capacidad para el diseño y uso tecnologías en pavimentos drenantes, quizá por falta de información, ejecución de mezclas, técnicas de diseño, métodos de aplicación, o peor aún, por un desconocimiento total de esta innovadora alternativa en el campo de la ingeniería. En ese contexto, en nuestro país, las aguas pluviales representan un problema que trae consigo consecuencias económicas y sociales, ya que, si no se realiza una gestión integral adecuada los sistemas de drenaje sufren colapsos y en consecuencia inundaciones generando deterioros en los pavimentos (superficialmente o estructuralmente), así como congestiones vehiculares y peatonales **(Guerra y Guerra, 2020)**. Puntualmente en la ciudad de Huaraz, los fenómenos climáticos tienen una incidencia significativa en las calles la ciudad, generando inundaciones o graves daños en las mismas, a todo ello, se suma la problemática de los sistemas de drenaje, ya

que no capta todas las aguas lluvia y no se abastece en su evacuación, lo que causa un malestar latente entre los usuarios de las vías. En temporadas de lluvia, el aumento de estas aguas es considerable, específicamente entre los meses de octubre y marzo, lo que aumenta las posibilidades de sufrir inundaciones, lo cual dificulta o muchas veces hace imposible el tránsito vehicular y peatonal. Cabe resaltar que este problema no solo afecta al tránsito, sino también al pavimento en su estructura. De acuerdo a lo expuesto en líneas anteriores y a la teoría que sustenta que el pavimento drenante representa una alternativa de solución a la evacuación óptima de las aguas lluvia ya que su diseño permite infiltrar el agua mediante su estructura para su posterior evacuación y así evitar inundaciones en las calles que afecta al ciudadano en su quehacer diario, nos proponemos el reto de seguir profundizando en esta línea de investigación. Así pues, se plantea la siguiente **interrogante de investigación**: ¿Cómo realizar la propuesta del diseño de mezclas para un pavimento drenante, Huaraz – Perú – 2023?; del mismo modo, se narran los **problemas específicos**: **E1** ¿Cuáles son las propiedades de los componentes para el diseño de mezcla para concreto drenante, Huaraz 2023?, **E2** ¿Cuáles son las proporciones de los componentes del concreto drenante, Huaraz 2023?, **E3** ¿Cuáles son las propiedades del concreto drenante en estado fresco, Huaraz 2023?, **E4** ¿Cuáles son las propiedades del concreto drenante en estado endurecido, Huaraz 2023?, y finalmente, **E5** ¿Cuál es costo unitario de la propuesta del pavimento drenante, Huaraz 2023? se **justifica en su aspecto teórico**, ya que va a contribuir en el conocimiento de la tecnología de concretos drenantes, y los resultados hallados serán usados para revisar, contrastar o apoyar una teoría. Para plantear el desarrollo del análisis de pavimentos drenantes se tomará en consideración normativas nacionales e internacionales (NTP y ASTM), es decir, seguirán un enfoque teórico pasado a la práctica de organizaciones de renombre. Del mismo modo, el tratamiento teórico de la variable en estudio nutrirá la bibliografía existente y ayudará a proponer mejoras en una región donde la evacuación de aguas pluviales y el crecimiento urbano sostenible representan una problemática de carácter social. Siguiendo esa misma línea, se **justifica en su aspecto práctico**, ya que englobará una exposición del pavimento drenante como prólogo de una propuesta de diseño de mezcla acorde a un marco teórico pasado a la práctica. Sumado a ello, servirá

como guía y antecedente de futuras investigaciones que abarquen esta línea de investigación, sumándose al acervo bibliográfico de la Universidad César Vallejo, informando sobre las características del pavimento drenante ante las escasas investigaciones de este tipo en la ciudad de Huaraz. Asimismo, se **justifica metodológicamente**, ya que se va desarrollar bajo una metodología establecida, y siguiendo los lineamientos de normativas estandarizadas con el objetivo de generar conocimiento válidos y confiables. Todo ello en el sentido de la necesidad de aplicar alternativas innovadoras orientadas a la solución de la problemática generada por las aguas lluvia en ciudades en vías de desarrollo como es Huaraz, desarrollado en un marco teórico pasado a la practico que conlleve a lograr diseños óptimos de mezcla para pavimentos drenantes. Finalmente, se **justifica socialmente**, ya que, impactará de manera positiva en el sector inmerso en el mundo de la construcción y la sociedad en general conocerá los beneficios que el pavimento drenante trae consigo, en el sentido de la necesidad de mantenerse a la vanguardia de la tecnología de concretos, obteniendo datos originales y puntuales para el entorno local, basado en la experimentación de diferentes diseños de mezcla que evidencien sostenibilidad en su utilización, representando una solución potencial a la problemática de la formación de espejos de agua en las calles y precipitaciones generadas por aguas lluvia. Una vez puntualizado el problema de investigación, **el objetivo general** que persigue el estudio es: Realizar la propuesta de diseño de mezcla para un pavimento drenante, Huaraz – Perú – 2023. Para alcanzar dicho objetivo se plantearon los siguientes **objetivos específicos**: **1** Determinar las propiedades de los componentes para el diseño de mezcla para concreto drenante, Huaraz 2023; **2** Determinar las proporciones de los componentes del concreto drenante, Huaraz 2023; **3** Determinar las propiedades del concreto drenante en estado fresco, Huaraz 2023; **4** Determinar las propiedades del concreto drenante en estado endurecido, Huaraz 2023; y finalmente, **5** Analizar los costos unitarios de la propuesta del pavimento drenante, Huaraz 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Los antecedentes encontrados luego de una búsqueda exhaustiva referidos a la variable en estudio son las siguientes: En el **ámbito internacional** se tiene a autores como: **Mendoza y Ospina** (2018) en su estudio titulado “Mezcla de concreto permeable como parte de la estructura del pavimento rígido, aplicado a vías de tráfico medio” propusieron como objetivo establecer una alternativa de diseño de concreto drenante para captar aguas lluvia al interior de la misma. Siguió un método de tipo aplicado, cuantitativo y no experimental, cuyos datos fueron recolectados en base a los ensayos de laboratorio. Obteniéndose como resultados que, el agregado grueso se encuentra en un rango de ½” y 3/8” de tamaño nominal, asimismo, en estado endurecido la resistencia a compresión de la muestra a 7, 14 y 28 días es de 109.1 kg/cm², 151.9 kg/cm², 178.5 kg/cm². Los autores concluyeron que, el diseño de mezcla óptimo para el concreto drenante consta de la siguiente dosificación por peso para un m³ de mezcla, cemento 580.0, grava 1273.5, relación a/c 0.30 y aditivo Euco Estabilizador 0.56 kg. En el **ámbito nacional** se tiene a, **Castillo y Saavedra** (2021) en su estudio titulado “Diseño de mezcla de concreto permeable para uso en pavimento rígido, Piura – 2021” plantearon como objetivo determinar el diseño de mezcla de concreto drenante para su utilización en la elaboración de pavimentos rígidos. Fue un estudio aplicado, cuantitativo, no experimental, transaccional; la técnica para el recojo de información fueron los ensayos de laboratorio a diferentes edades del concreto según las normas técnicas. Obteniéndose como resultados que, el análisis en estado fresco indica un asentamiento de 5”, y las propiedades en estado endurecido de la mezcla denotan una resistencia a compresión para el primero de 340 kg/cm² y para el segundo de 211 kg/cm², por su parte, la permeabilidad es de 20.227 cm/s y 30,278 cm/s respectivamente. Concluyéndose que, el diseño de mezcla óptimo tiene un 93% de agregado grueso, 3% de arena y una relación de a/c de 0.52 y un 2% de porcentaje de aire. Asimismo, **Esquerre y Silva** (2019) en su tesis titulada “Propuesta de diseño de pavimento drenante para la captación de aguas lluvia en zonas urbanas del norte del Perú” propusieron como objetivo proponer el diseño de un concreto permeable que satisfaga la captación de aguas lluvia en mencionado lugar. Siguió un enfoque cuantitativo, experimental y transaccional; la muestra estuvo conformada por

viguetas de distintas proporciones; y la recolección de información se realizó mediante los ensayos de laboratorio. Se obtuvo como resultados que, las muestras 1, 2 y 3 en estado fresco tienen un asentamiento de 3.0", 2.8" y 2.5"; temperatura de 20.7 °C, 20.4 °C y 20.7 °C; y contenido de vacíos de 10%, 15% y 13%, respectivamente; por otro lado, en estado endurecido poseen una resistencia a compresión de 110 kg/cm², 250 kg/cm² y 295 kg/cm², asimismo, la permeabilidad fue de 0.55 cm/s, 0.08 cm/s, 0.02 cm/s, respectivamente. Se concluye que, el diseño de mezcla óptimo para el pavimento permeable consta en términos de volumen (m³) de: cemento 0.1512, agua 0.1397, agregado grueso 0.5536, agregado fino 0.0291, y retardante de fragua de 0.0003. Finalmente, **Amorós y Bendezú** (2019) en su estudio titulado "Diseño de mezcla de concreto permeable para la construcción de la superficie de rodadura de un pavimento de resistencia de 210 kg/cm²", plantearon como objetivo principal definir un diseño de mezcla de un concreto drenante para su uso en pavimentos; siendo una investigación cuantitativa, de nivel descriptivo y diseño no experimental; para la obtención de información se hizo uso de los ensayos de laboratorio para el concreto tanto en estado fresco como endurecido (7, 14 y 28 días). Obteniéndose como resultados que, el concreto en estado fresco tiene una consistencia de 0 cm y un peso unitario de 1817.45 kg/m³, asimismo, las propiedades en estado endurecido son las siguientes: resistencia a compresión de 213.26 kg/cm², 224.14 kg/cm² y 280.56 kg/cm², siendo la más óptima la última de ellas, por otro lado, los ensayos de permeabilidad arrojan valores de 1.91 cm/s, 1.86 cm/s y 1.61 cm/s, respectivamente. Se determinó que el diseño óptimo de mezcla está formado por 0.38 de relación agua/cemento, 13% de porcentaje de vacíos, 1.5% de aditivo superplastificante, y 7% de arena. En el **ámbito local** se tiene a autores como: **Palacios** (2018) en su tesis que lleva por título "Diseño de concreto permeable para su aplicación en pavimentos como óptimo sistema de drenaje en distrito de Independencia – Huaraz – Ancash, 2018" propuso como objetivo establecer el diseño de mezcla óptimo de concreto drenante para su posterior aplicación a pavimentos rígidos. Fue desarrollado bajo una metodología cuantitativa, experimental y transaccional; para la recolección de datos se ensayaron 18 probetas cilíndricas de 15cm x 30cm. Obteniéndose como resultados que, el análisis en estado fresco indica un asentamiento de 0.8", porcentaje de vacíos de

15.43% y una consistencia seca; por otro lado, las propiedades en estado endurecido indican una resistencia a compresión de 178.73 kg/cm^2 y una permeabilidad de 0.492 cm/s . Se concluye que el diseño de mezcla óptimo posee una relación a/c de 0.35, volumen de pasta de 25% y agregado grueso de $\frac{1}{2}$ " 4.37 kg por cada metro cúbico. Respecto a las bases teóricas que sustentan la presente investigación se tiene: **Pavimento**, se definen como estructuras desarrolladas sobre la sub rasante de un camino o vía. Está compuesto por 3 capas: subbase, base y carpeta de rodadura. Su finalidad radica en la distribución uniforme de los esfuerzos generados por los automóviles que circulan por una vía, asimismo, brinda condiciones de comodidad y seguridad vial (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018). Por su parte, el **pavimento drenante** es descrito como un concreto sin revenimiento, que está conformado por agregado grueso, nada o una mínima cantidad de agregado fino, cemento portland, agua y algún tipo de aditivo. La mezcla de estos componentes genera un concreto con gran cantidad de poros de tamaños que varían entre 2 a 8 milímetros permitiendo que el agua se filtre con gran facilidad mediante dicha estructura (**Cárdenas et al., 2017**). Cabe resaltar que la cantidad de poros es variable hasta un 35% con esfuerzos de compresión hasta los 280 kg/cm^2 . El porcentaje de drenaje de este tipo de concretos es proporcional al tamaño del agregado a usarse, sin embargo, el rango varía entre 50 y 730 l/min/m^2 (**Joshi y Dave, 2022**). En ese contexto, actualmente el concreto drenante para pavimentos está siendo bastante usado como una solución inmediata para mejorar los sistemas de drenaje en lugares donde la recolección de aguas lluvia representa un verdadero reto (**Jato et al., 2019, pág 33**). Este tipo de pavimentos representan una alternativa para la recolección y absorción de las aguas lluvia, permitiendo su conducción de manera eficiente a los sistemas de drenaje dejando de lado el tiempo que se requiere para que el agua viaje por la superficie de rodadura hasta llegar a las alcantarillas, como tradicionalmente se da en pavimentos convencionales. A su vez este concreto es un material sostenible, debido a que no afecta el ciclo hidrológico del agua (**Becker y Gohr, 2019**). El **diseño de mezcla** del pavimento drenante tiene la siguiente composición: Agregados, vienen a ser aquellos materiales inertes que tienen una resistencia propia suficiente, que no afecta el desarrollo normal de endurecimiento de la mezcla, por el contrario, garantiza una adhesión con la pasta

de cemento. Los agregados están sujetos a ciertas exigencias químicas con la finalidad de prevenir reacciones en la mezcla, así pues, es necesario evitar materiales geológicos, mineralógicos y/o sustancias agresivas dentro de su composición (**García et al., 2020, págs 17-74**). Estos se subdividen en agregados finos y gruesos, los finos son partículas de tamaños nominales comprendidos entre 0.0075 y 4.75 milímetros, es decir, pasan por el tamiz 3/8" y son retenidos en el tamiz número 200. Su principal característica es que actúan como selladores de vacíos haciendo la mezcla más compacta, es por ello, que para pavimentos drenantes se usa poco o nada. Por otro lado, los agregados gruesos son partículas con un diámetro mayor a 4.75 milímetros (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020). Seguidamente, se tiene la **relación agua/cemento** (a/c), que no es más que la relación entre la cantidad efectiva de agua y el contenido de cemento en masa, este factor debe estar comprendido entre 0.27 y 0.34 para pavimentos drenantes. El control de la relación a/c en mezclas de concreto drenante no garantiza del todo un concreto con mayor resistencia como sí es el caso de los concretos elaborados de manera convencional (**Joshi y Dave, 2022**). Finalmente, el aditivo, que viene a ser un componente de índole orgánico e inorgánico utilizado principalmente como ingrediente en mezclas de concreto para modificar alguna de sus propiedades en estado fresco o endurecido, esta debe ser añadida inmediatamente antes o durante del proceso de mezclado (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020). Las propiedades en estado fresco se describen a continuación: El Asentamiento, denominado también revenimiento es usado para medir la consistencia del concreto, que hace referencia al nivel de fluidez de la mezcla determinando qué tan fluido o seco se encuentra el concreto (**Botto y Santacruz, 2017**). Para una cantidad establecida de cemento y agregados, donde se use aditivo alguno, cuanto más sea el revenimiento, mayor será la humedad de la mezcla. Esta propiedad no garantiza directamente la calidad del concreto drenante a diferencia del concreto convencional, no obstante, es un indicador para definir la manejabilidad de la mezcla. El revenimiento al ser medido generalmente varía de 0 a 1 centímetro; y su determinación sigue los lineamientos descritos en la norma ASTM C143 (American Society for Testing and Materials, 2015). Del mismo modo, se tiene a la **temperatura** del concreto drenante, que es determinada para verificar la conformidad con los límites de

temperatura en una estructura y es un ensayo requisito para realizar los especímenes. La importancia de su medición radica en que garantiza el desarrollo óptimo de la resistencia y durabilidad del concreto, ya que, a temperaturas muy altas o bajas estas propiedades no llegan a desarrollarse de manera satisfactoria **(Díaz y Gonzales, 2017)**. Generalmente si la temperatura es muy baja la hidratación se ralentiza generando una resistencia reducida del espécimen. Esta propiedad del concreto es medida siguiendo los lineamientos definidos en la norma **ASTM C1064** (American Society for Testing and Materials, 2017). Por su parte, el peso unitario de la mezcla, es el peso por unidad de volumen, donde también están incluidos los agregados y el contenido de vacíos entre las partículas. El peso unitario de un concreto drenante es de orden del 70% de un concreto convencional. Cabe resaltar que el peso volumétrico se encuentra comprendido en un rango de 1600 a 2000 kg/cm³, en relación al porcentaje de vacíos contenidos en la mezcla. Su determinación sigue las especificaciones estipuladas en la norma ASTM C29 (American Society for Testing and Materials, 2017). Finalmente, el contenido o porcentaje de vacíos, es el total de volumen de los huecos o espacios no llenados por los componentes que constituyen una mezcla de concreto. Esta propiedad está relacionada de manera directa con el peso volumétrico de la mezcla del concreto drenante y está sujeto a distintos factores tales como la granulometría de los agregados, contenido de cemento, relación a/c y la energía de compactación **(Shan et al., 2022, pág 36)**. Cabe mencionar que mientras mayor sea el porcentaje de vacíos, menor será la resistencia; en cambio si el contenido de vacíos se reduce, la resistencia varía positivamente **(Huang et al., 2021, pág 25)**. El contenido de vacíos ideal para concretos permeables debe estar comprendido en un rango de 10% a 31%, con la finalidad de obtener resistencias superiores a 140 kg/cm². Su determinación está alineada a lo descrito en la norma ASTM C138. Las propiedades en estado endurecido del concreto vienen a ser las siguientes: Resistencia a compresión, viene a ser la propiedad mecánica principal del concreto y su valor es considerado como un indicador de la calidad del mismo, se define como la capacidad para tener la capacidad de carga por metro cuadrado, es expresada en términos de esfuerzo como kg/cm² o Mpa y con poca frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi) **(Díaz y Gonzales, 2017)**. Los resultados de los ensayos de

resistencia a compresión, son principalmente usados para definir si la mezcla cumple o no los requerimientos establecidos de resistencia (f^c) para una estructura definida. Es directamente proporcional a las propiedades de la pasta, la relación a/c y la característica de los agregados. Cabe resaltar que su determinación sigue los lineamientos establecidos en la norma ASTM C39 (American Society for Testing and Materials, 2021). Para determinar la resistencia a compresión de un concreto en específico, se debe ejecutar por lo menos 2 ensayos de resistencia a las probetas cilíndricas, curadas de manera convencional, realizadas con el mismo diseño de mezcla, y ensayadas a la misma edad. En muchos casos la resistencia es comúnmente medida a la edad de 28 días, sin embargo, existen tendencias de ensayarlas en periodos de tiempo distintos, tales casos suelen ser a los 7, 14, 21 y 90 días (American Society for Testing and Materials, 2021). Cabe resaltar que estos ensayos suelen ser realizados con objetivos meramente informativos. En algunos casos y en relación a las exigencias de las obras, esta determinación no solo es informativa, si no normativa, establecida en las condiciones contractuales (**Hernández et al., 2019, pág 36**). El aumento de **resistencia del concreto** es mayor durante las primeras edades, este proceso se va ralentizando a medida que el tiempo transcurre hasta llegar a un punto donde se estabiliza. Generalmente, como antes se indica la edad patrón considerada es la de 28 días donde el concreto ya ha logrado gran parte de su resistencia. Los factores que influyen en este proceso son las características del cemento usado, proceso de curado, el tipo de aditivo y la temperatura de conservación. Este último juega un papel importante ya que este actúa como un catalizador de las reacciones de hidratación del cemento (**Rodríguez et al., 2020, pág 42**). Seguidamente, se describe a la **permeabilidad**, que viene a ser la capacidad que tiene el concreto drenante de posibilitar que el flujo de agua atraviese su estructura sin alterar ninguna de sus propiedades (**Pereira et al., 2021, pág 17**). Esta característica es alterable si es que no se toman en consideración las formas correctas de su uso, ya que, si es que se compacta fuera del límite establecido se podrían sellar los poros o vacíos, y en consecuencia la fluidez del líquido con el cual se atraviesa la estructura se pierda parcial o totalmente. Así pues, un concreto mientras más poroso sea, será mayor su capacidad de permeabilidad y obtendrá una capacidad de absorción capilar

más importante (**Sandoval et al., 2019, págs 151-159**). En ese contexto, la capacidad de filtración del concreto drenante se encuentra estrechamente relacionada al contenido de vacíos que tiene (**Sartipi y Sartipi, 2019**). Los ensayos realizados han logrado demostrar que el contenido mínimo de estos vacíos debe ser del 15% para obtener una filtración óptima, no obstante, a mayor porcentaje de vacíos la resistencia a compresión disminuye; entonces, el reto en el proporcionamiento de los materiales que integran un concreto drenante, es el de obtener un equilibrio entre la capacidad de filtración y la resistencia a compresión aceptables. La capacidad de filtración de un pavimento drenante generalmente se encuentra entre 120 a 320 L/m²/min (0.20 a 0.54 cm/s) (**Lunkes et al., 2022, pág 67**). El concreto drenante ofrece ventajas frente al concreto convencional, por ejemplo, los espejos de agua desaparecen de forma inmediata debido a que la estructura puede contener agua en su interior mientras la va infiltrando al subsuelo, su costo no supera a los otros tipos de concreto, recarga las aguas subterráneas (**Neduri et al., 2022, págs 1476-1480**), permite a recarga de mantos acuíferos, disminuye la contaminación de aguas lluvia, ofrece un control más aceptable del escurrimiento de aguas pluviales, elimina o reduce el tamaño del alcantarillado, entre otros (**Ayala et al., 2022, págs 8-12**). Por otro lado, también tiene desventajas, ya que, no es recomendable usarse en pendientes pronunciadas debido a que el agua escurriría a las capas inferiores generando sub presiones que afecten a las estructuras subyacentes de la carpeta de rodadura, del mismo modo, no debe ser realizada con maquinarias muy pesadas ya que podría generarse una sobre compactación y el porcentaje de vacíos se vería afectada, alterando su capacidad de permeabilidad o infiltración (**Zhong et al., 2018, págs 177-187**). En esa línea, es necesario hacer énfasis que para el uso de pavimentos drenantes como alternativa de solución para las aguas lluvia, el esfuerzo debe estar dirigido en 3 aspectos puntuales: un óptimo dimensionamiento de la estructura para satisfacer las demandas hidráulicas y estructurales, tomando como punto de partida el diseño de mezcla; un óptimo proceso constructivo; y un plan integral de mantenimiento preventivo y correctivo que contemple aspectos técnicos, estructurales y ambientales, con el fin de evitar la colmatación y que se dé inicio en el momento de la construcción de este tipo de pavimentos (**Meert et al., 2022, pág 42**).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación: Fue de **tipo de aplicada**, debido a que estará direccionada a generar y consolidar nuevos conocimientos con el fin de brindar soluciones a la problemática descrita, asimismo, se aplicarán conocimientos de ingeniería del concreto drenante para interpretar las muestras de laboratorio y predecir un comportamiento específico en una situación definida. Según **Vargas** (2019), las investigaciones aplicadas son de carácter dinámico y activo, su finalidad radica en brindar soluciones prácticas a problemas puntuales, centrándose en la averiguación y fortalecimiento del conocimiento para su utilización y enriquecimiento científico. Cabe resaltar que genera nuevos conocimientos partiendo de los ya existentes en un contexto determinado.

3.1.2 Diseño de investigación:

- **Diseño experimental puro** ya que se manipulará, medirá y evaluará el diseño de mezcla del pavimento drenante, realizándose la mayor parte de la investigación en el laboratorio, observando y debatiendo los resultados hallados. Al respecto, **Hernández** (2018), resalta que los estudios experimentales, son aquellos donde las variables son manipuladas de manera deliberada (causa), con la finalidad de evaluar las consecuencias que dicha manipulación tiene sobre la misma (efecto), dentro de un entorno controlado por el investigador.

3.2. Variables y operacionalización

Variables

- **Definición conceptual:** Es un concreto sin revenimiento, que está conformado por agregado grueso, nada o una mínima cantidad de agregado fino, cemento portland, agua y algún tipo de aditivo. La mezcla de estos componentes genera un concreto con gran cantidad de poros de tamaños que varían entre 2 a 8 milímetros

permitiendo que el agua se filtre con gran facilidad mediante dicha estructura (Cárdenas et al., 2017). Para presente investigación se hizo uso de la variable de investigación diseño de mezcla.

- **Definición operacional:** Se determino partiendo de los componentes para el diseño de mezcla y verificar sus propiedades en estado fresco y endurecido a diferentes edades de curado. La matriz de operacionalización de variables se presenta en el Anexo 01.
- **Indicadores:** Se tuvo los agregados gruesos, contenido de vacíos, relación agua/cemento, asentamiento, resistencia a compresión y permeabilidad.
- **Escala de medición:** la escala usada para la presente investigación fue de razón.

Variable (V): El **diseño de mezcla** del pavimento drenante tiene la siguiente composición: Agregados, vienen a ser aquellos materiales inertes que tienen una resistencia propia suficiente, que no afecta el desarrollo normal de endurecimiento de la mezcla, por el contrario, garantiza una adhesión con la pasta de cemento. Los agregados están sujetos a ciertas exigencias químicas con la finalidad de prevenir reacciones en la mezcla, así pues, es necesario evitar materiales geológicos, mineralógicos y/o sustancias agresivas dentro de su composición (**García et al., 2020, págs 17-74**).

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

La población para el presente estudio está conformada por 18 probetas cilíndricas para el ensayo de resistencia a compresión y 4 probetas rectangulares de 16cmx30cmx100cm para el ensayo de permeabilidad, la elaboración del concreto drenante fueron de acuerdo a los estándares de construcción establecidos, usando como concreto patrón el $f'c = 210$ kg/cm². Al respecto, **Hernández, et al.** (2014) indica que la población es un conjunto finito o infinito de elementos con rasgos comunes para los

cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Se encuentra delimitada por el problema y los objetivos del mismo.

Para la prueba de resistencia a compresión las probetas cilíndricas serán de medidas 15cm x 30cm (6" x 12") de acuerdo a la norma ASTM C31 y E.060. Asimismo, el ASTM C192 indica que para cada edad de ensayos se deben moldear 3 o más probetas, y para ensayos de resistencias se usan edades de 7 y 28 días, sin embargo, hace énfasis en que si se requiere pueden usarse otras edades según corresponda. En ese contexto, se ha visto por conveniente realizar los ensayos a 7, 14 y 28 días, siguiendo lo estipulado en la normativa ASTM C39.

Respecto a la prueba de permeabilidad las probetas rectangulares serán de medidas 16cm x 30cm x 100cm, la altura de las probetas no debe ser menor a 15cm ya que serán cortadas con la finalidad de obtener una superficie más uniforme. El ensayo de permeabilidad fue realizado a los 28 días de curado.

La muestra está conformada por 18 probetas cilíndricas para el ensayo de resistencia a compresión y 4 probetas rectangulares de 16cmx30cmx100cm de concreto para el ensayo de permeabilidad, tal y como se detalla en la tabla 1 y 2.

Tabla 1.

Cantidad de probetas cilíndricas para la resistencia a compresión.

Edad del concreto	Concreto patrón $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$
7 días	6 probetas
14 días	6 probetas
28 días	6 probetas

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.

Cantidad de probetas cilíndricas para la prueba de permeabilidad.

Edad del concreto	Concreto patrón $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$
--------------------------	--

28 días	4 probetas
---------	------------

Fuente: Elaboración propia.

- **Criterios de inclusión:** Dentro de los criterios de inclusión se tomaron todas las probetas que cumplan con la norma ASTM C31, E.060, ASTM C192, ASTM C39.
- **Criterios de exclusión:** Dentro de los criterios de exclusión se tomó en cuenta todas aquellas probetas que no cumplan con las normas técnicas peruanas de diseño de pavimento.

3.3.2. Muestra

La muestra de la presente investigación es una muestra poblacional, según **Arias** (2006) la muestra es un subconjunto representativo extraído del universo muestral o población que por sus rasgos similares y su tamaño facilita la realización de inferencias y/o generalizaciones para el resto de la población. Cabe resaltar que en algunos casos la muestra puede ser igual que la población, y se denomina muestra de tipo censal.

3.3.3. Muestreo

La técnica usada es no probabilística, ya que fue determinada a conveniencia del investigador.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

Observación directa: Estuvo direccionada a la elección de los agregados y a la realización de ensayos de laboratorio, los mismos que cumplirán los estándares establecidos por el ACI, NTP y ASTM.

Análisis documental: Estuvo direccionada principalmente a la revisión del material bibliográfico relacionado al pavimento drenante, a la utilización de los formatos, y al seguimiento de las normas técnicas que rigen la presente investigación (ACI, NTP Y ASTM C).

Ensayos de laboratorio: Estuvo direccionada a conocer los rasgos físicos y mecánicos de los agregados, mezcla y probetas cilíndricas. Los ensayos que se realizó fueron los siguientes: Ensayos de los

agregados gruesos, ensayos en estado fresco del concreto (asentamiento, temperatura, peso unitario y contenido de vacíos) y en estado endurecido del concreto (resistencia a compresión y permeabilidad).

3.4.2. Instrumentos

Ficha de observación directa: Este instrumento fue un recurso para registrar la información observada en laboratorio y que muchas veces se omite de los reportes brindados por el mismo, con la finalidad de realizar un análisis más integral de las tareas realizadas.

Ficha de análisis documental: Fueron extraídas de las normas NTP y ASTM C, para el correcto desarrollo de los ensayos de laboratorio, así como, la extracción de datos, conceptos, recomendaciones, entre otros, brindados por expertos en la materia y desarrollados bajo un marco teórico pasado a la práctica.

Fichas de ensayos de laboratorio: Son los resultados de los ensayos realizados en laboratorio que cumplen con el más alto estándar de validez al ser desarrollados por expertos en la materia, y que servirán para dar sustento a nuestra investigación. Respecto a la validez y confiabilidad, cabe resaltar que al ser documentos realizados por profesionales capacitados en el área y estandarizados por normas NTP y ASTM, son válidos y confiables.

3.5. Procedimientos

El procedimiento de realización del estudio consto de 3 etapas:

La primera etapa estuvo alineado a la realización del diseño de mezcla, para lo cual se tendrá presente los siguientes aspectos: elección y caracterización de los agregados (granulometría, contenido de humedad, peso unitario y peso específico), relación agua/cemento y el aditivo. Ello estará en función a la resistencia de compresión que se quiere lograr ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) para que el concreto drenante diseñado logre cumplir con los requisitos dictaminados por el MTC y la norma CE-010.

Una vez obtenido el diseño de mezcla, da inicio la segunda etapa, que consta de la realización de los ensayos en estado fresco del concreto, tales como el asentamiento (NTP 339.035), temperatura (NTP 339.184), peso unitario y contenido de vacíos (NTP 339.238). Estos ensayos seguirán obligatoriamente lo estipulado en las normas técnicas antes indicadas, con el objetivo de que el estudio se desarrolle en un entorno de fiabilidad.

Seguidamente, la tercera etapa consta de los ensayos para el concreto en estado endurecido, para lo cual se deben realizar las probetas cilíndricas de acuerdo a lo estipulado en el ASTM C31 y E.060. Una vez obtenidas dichas probetas se procederán a realizar los ensayos de compresión a los 7, 14 y 28 días; y de permeabilidad a los 28 días. Finalmente, una vez obtenidos todos los valores requeridos se dio inicio al análisis de cada uno de ellos según corresponda.

3.6. Método de análisis de datos

Los datos obtenidos por medio de los ensayos de laboratorio fueron procesados, presentados y analizados a través de tablas y gráficas, que son herramientas propias de la estadística descriptiva. Este análisis fue ejecutado en función a los gráficos de evolución de la resistencia a compresión y permeabilidad, es decir, se realizó comparaciones entre contenido de vacíos, coeficientes de permeabilidad, relación entre porcentaje de vacíos de la mezcla y permeabilidad, y relación entre resistencia a compresión a diferentes edades y permeabilidad. Finalmente, se realizó un análisis puntual del concreto drenante para el uso en pavimentos urbanos.

3.7. Aspectos éticos

De autonomía: El presente estudio se efectuará sin manipular la información para conveniencia del investigador u otros intereses.

De beneficencia: El estudio se realizó con el debido respeto a las personas, con la finalidad de lograr los máximos beneficios para la

población, con la credibilidad y confiabilidad de los datos recopilados y procesados.

De maleficencia: El estudio no pretende hacer daño a nada ni nadie.

De justicia: Se aplicará este principio ético en el estudio puesto que el investigador actuará de forma equitativa durante todo el desarrollo del mismo.

IV. RESULTADOS

Para obtener el resultado al nuestro objetivo general y específicos se realizó los estudios correspondientes tal como se muestra líneas abajo.

Para nuestro objetivo específico 1 Determinar las propiedades de los componentes para el diseño de mezcla para concreto drenante, Huaraz 2023; **se realizó el ensayo del agregado grueso:** Al examinar el material a usar se tuvo en cuenta la norma ACI 522 R-10 para un diseño de pavimento poroso, en el diseño de mezcla para el pavimento drenante los datos más importantes son; el peso específico, peso compactado seco, porcentaje de humedad, porcentaje de absorción y el tamaño máximo nominal, para este ensayo se recolecto material del Rio Santa -Tacllan (material seleccionado en cantera).

Peso específico:

S.A.=Peso del material seca al aire.

S.A.F.=Peso del material saturado más agua.

P.D.V.=Peso global con desperdicio de volumen.

Ecuación:

$$\gamma = \frac{S.A.}{S.A.F. - P.D.V.}$$

$$\gamma = 2.95$$

Peso unitario seco:

P.M.=Peso material.

V.M.=Volumen de molde.

$$P.U.C. = \frac{P.M.}{V.M.}$$

$$P.U.C. = 1.499$$

Porcentaje de absorción:

P.M.sss. =Peso material secado al aire más recipiente.

M.S.E.R. =Peso de material secado en estufa más recipiente

M.S.E. = Peso de material secado en estufa.

Ecuación:

$$\%Abs. = \frac{P.M.sss. - M.S.E.R.}{M.S.E.}$$

$$\%Abs. = 1.18$$

Porcentaje de absorción:

H.R.=Peso húmedo más recipiente.

S.R.=Peso seco más recipiente.

S.S.=Peso suelo seco.

$$\%Hum. = \frac{H.R. - S.R.}{S.S.}$$

$$\%Hum. = 5.09$$

Con estos datos procedimos con el diseño de mezcla del concreto drenante, para realizar la dosificación de cada elemento; agua, cemento, agregado grueso y aditivo; con esto obtener una resistencia adecuada para ser utilizado en pavimentos donde su diseño requiera una resistencia menor o igual a 210 kg/cm². (Anexo 4)

Características de cementos comerciales: Para determinar el uso de cemento portland Tipo I nos basamos en la NTP-334.009 y ASTN C -150 y las más comerciales dentro de Huaraz, dentro de esta evaluación se consideró su resistencia a la compresión, contenido de aire, expansión autoclave, superficie específica y composición química tal como se muestra en la figura 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente.

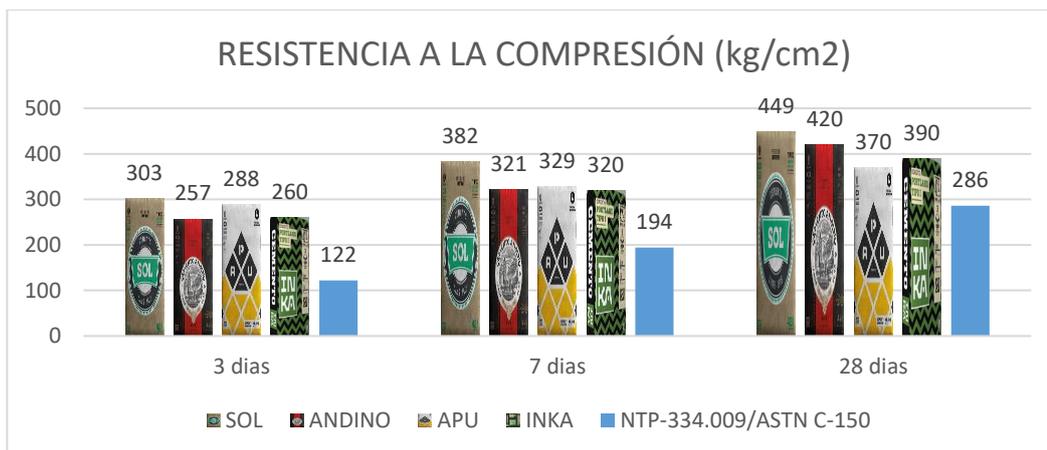


Figura 1: "Resistencia a la Compresión de Cementos Comerciales vs NTP-334.009/ASTM C-150"

Al analizar las fichas técnicas (Anexo 5) de cada cemento obtuvimos; el cemento "SOL" tiene la mayor resistencia a la compresión a los 28 días siendo de 449 kg/cm², por otro lado, el cemento con menor resistencia a la compresión es el cemento "APU" con 370 kg/cm², pero todos los cementos comerciales están dentro de los valores mínimos requeridos según la NTP-334.009 y la ASTM C-150 tal como muestra la figura 1.



Figura 2: "Contenido de Aire de Cemento Comercial vs NTP-334.009/ASTM C-150"

Mientras las propiedades físicas del cemento como contenido de aire, expansión de autoclave y superficie específica se detallan en los siguientes párrafos.

Como primera propiedad física tenemos el contenido de aire, cada cemento tiene que contener un valor menor a 12% del volumen total del producto, en este caso

el cemento SOL, Andino, APU e INKA tienen 7%, 6%, 4% y 8% respectivamente tal como se muestra en la figura 2.

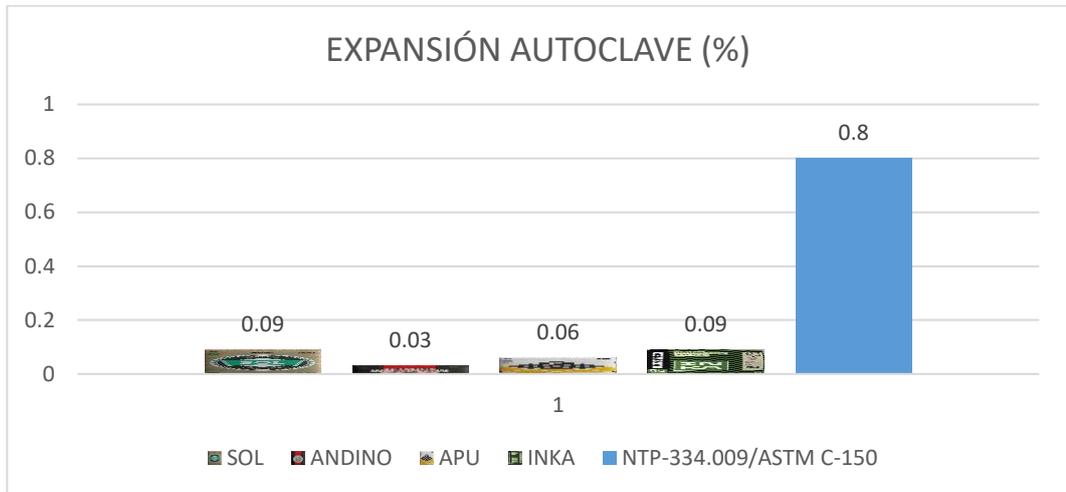


Figura 3: "Expansión Autoclave de Cementos Comerciales vs NTP-334.009 / ASTM C-150"

Asimismo, tenemos la expansión autoclave, la NTP-334.009 y ASTM C-150 nos menciona que esta no debe ser mayor a 0.80 %, la figura 3 muestra los valores obtenidos desde las fichas técnicas.

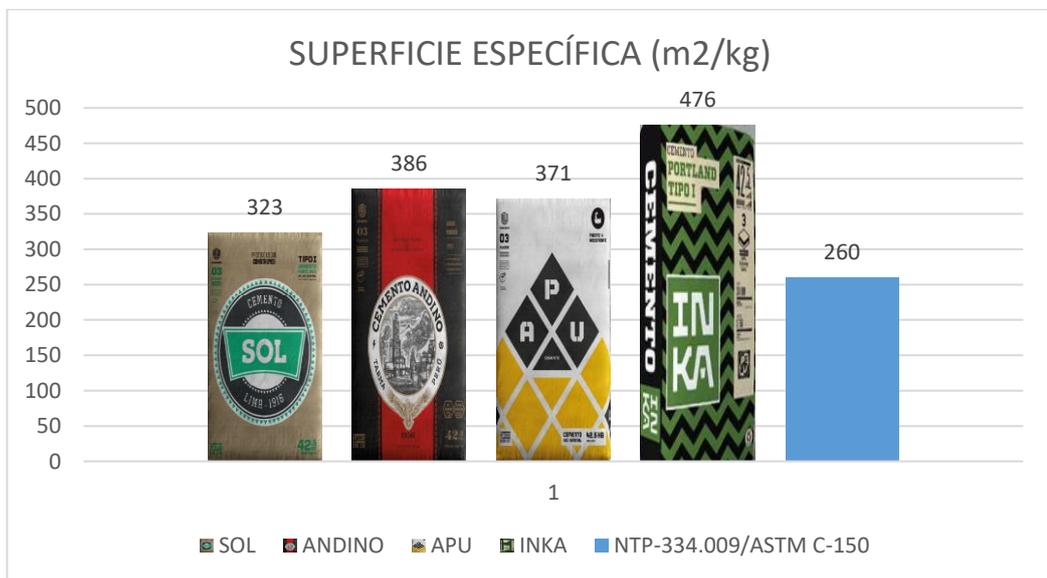


Figura 4: "Superficie Específica de Cementos Comerciales vs ntp-334.009 / ASTM C-150"

Finalmente, para completar con los datos necesarios de la parte física tenemos la superficie específica (m²/kg), donde la NTP-334.009/ASTM C-150 nos menciona

que la superficie mínima específica es de 260 m²/kg, estos datos comparativos son plasmados en la figura 4.

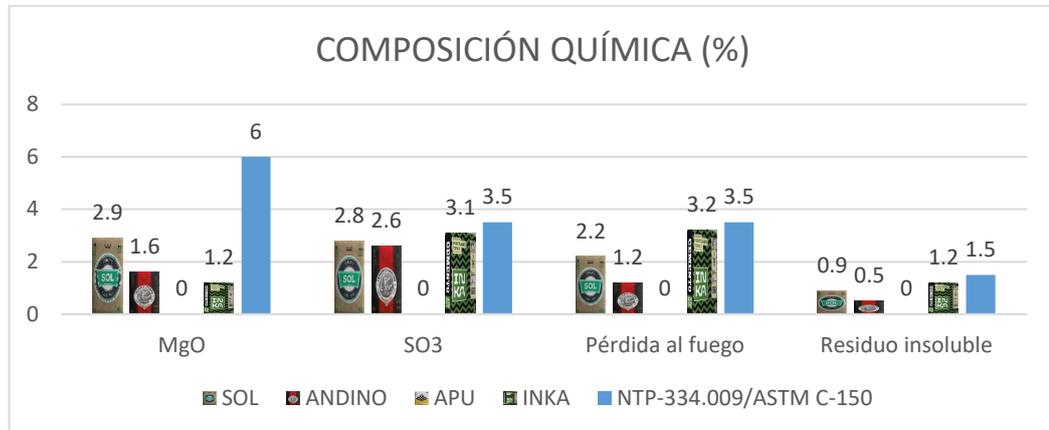


Figura 5: "Composición Química de Cementos Comerciales vs NTP-334.009 / ASTM C-150"

Por otra parte, las propiedades químicas del cemento dadas por la NTP-334.009 y ASTM C-150 nos mencionan sobre el óxido de magnesio (MgO), trióxido de azufre (SO₃)^D, Pérdida al fuego y residuo insoluble; las cuales como máximo deben ser 6%, 3.5%, 3.5% y 1.5% respectivamente, en la figura 5 se puede ver las comparaciones realizadas, además no se pudo obtener los valores químicos del cemento APU.



Figura 6: "Fraguado Vicat Inicial de Cementos Comerciales vs NTP-334.009 / ASTM C-150"

Por último, el tiempo de fragua del cemento fue considerado con el inicio de fraguado debido a la necesidad de la tesis, la NTP-334.009 y ASTM C-150 nos dice que el tiempo de inicio de fragua no debe ser menor a los 45 minutos, es por ello que en la figura 6 tenemos una comparación entre los cementos más comerciales y las normas.

Características de aditivo: Los productos Sika actualmente son muy reconocidos en la industria de la construcción, es por ello que para la presente tesis optamos por el uso del SikaRapid®-5 para aprovechar sus beneficios y mejorar las características de nuestro diseño de concreto drenante, estas características son plasmados en la tabla 3, extraídas (anexo 6).

Tabla 3:
Datos de aditivo SikaRapid®-5

ESPECIFICACIÓN	DATO
Empaque	Cilindro por 185 L
Apariencia/Color	Incoloro a tonalidad amarillenta
Vida Útil	1 año
Densidad	1.38 ± 0.01 kg/L
Testigo a los 28 días con respecto a la ASTM C-494 TIPO C	110%
Dosificación	7 a 28 cm ³ /kg

Como resultado del objetivo específico 1 con lo que respecta a los agregados gruesos, cemento y aditivo para un concreto drenante; obtuvimos del ensayo a los agregados gruesos los datos de la tabla 4; asimismo de las características del cemento, se analizó 4 cementos comerciales en la ciudad de Huaraz, realizando cuadros comparativos de la resistencia a la compresión, propiedades físicas, propiedades químicas e inicio de fragua optando por el uso en el diseño del cemento “SOL”; por otra parte por beneficio de la tesis se realizó un diseño de concreto drenante con el aditivo SikaRapid®-5 por sus características específicas señaladas en la tabla 3.

Para nuestro objetivo específico 2 determinar las proporciones de los componentes del concreto drenante, Huaraz 2023; se realizó el **diseño de mezcla para concreto drenante:** El diseño de mezcla del concreto drenante se necesitó de los siguientes materiales evaluaciones párrafos arriba:

- Propuesta de diseño de concreto drenante: 210 kg/cm².

- Agregado grueso $\frac{3}{4}$ ", muestra: cantera de Rio Santa- Tacllan.
- Cemento portland tipo I, marca "SOL".
- Agua, EPS CHAVIN S.A. agua tratada.
- Aditivo SikaRapid®-5.
- Uso de los datos, resumen del ensayo al agregado grueso en tabla 4.

Tabla 4:
Resumen del ensayo al agregado grueso

Dato	Unidad	Valor
Peso específico	Tn/m ³	2.95
Peso compactado	Kg/m ³	1.499
Porcentaje de humedad	%	5.09
Porcentaje de absorción	%	1.18
Tamaño máximo nominal	Pulgada	$\frac{3}{4}$ "

Fuente: *Propia*

Paso 1:

Para la presente tesis, la resistencia a la compresión inicial para el diseño es de 210 kg/cm².

Paso 2:

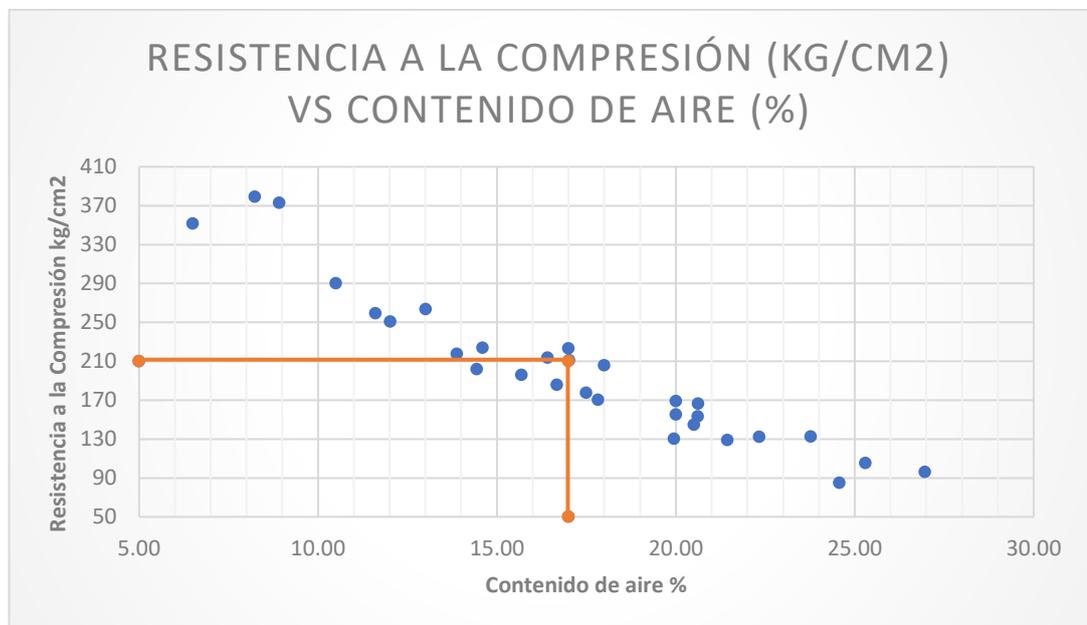


Figura 7: "Resistencia a la Compresión kg/cm² vs Contenido de Aire %"

Con la referencia de la resistencia de diseño se procedió a usar la figura 7, extraída de la norma ACI 522, "Reporte de Concreto Permeable ACI 522R-

06, del capítulo 4”, con el que se determinó un porcentaje de vacíos de 17%.

Paso 3:

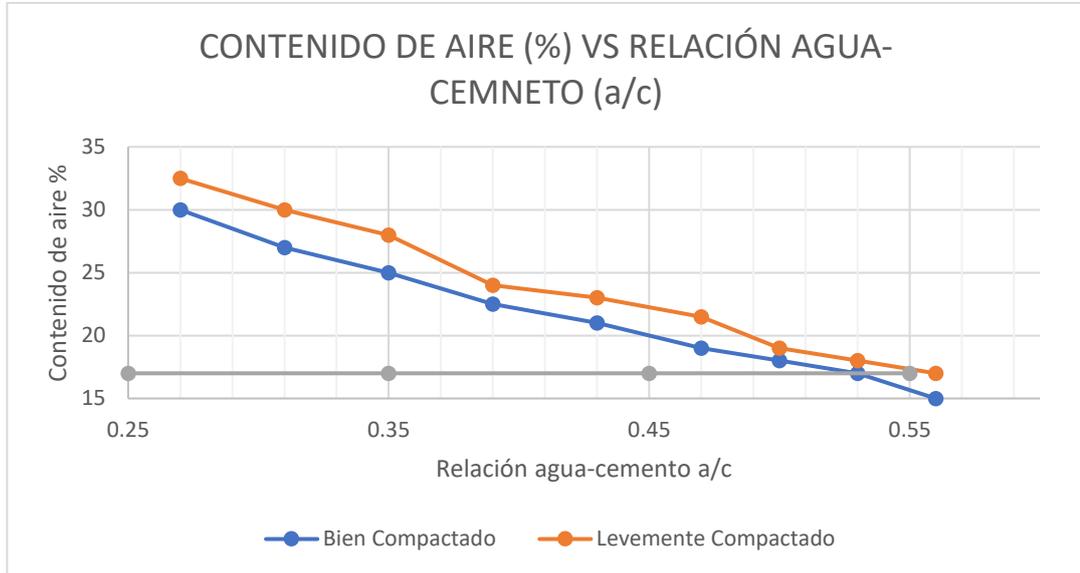


Figura 8: "Contenido de Aire % vs Relación Agua-Cemento a/c"

Determinación de la relación agua cemento, para esto se usó nuevamente la norma ACI 522R-06 donde nos indica el uso de la figura 8, realizando el análisis se determinó que la relación a/c=45, cabe resaltar que el reporte de concreto permeable ACI 522-06 capítulo 6 nos menciona que dicha relación es de 0.26 a 0.45 para obtener estabilidad de recubrimiento y al salirnos de este rango optamos por la mayor relación.

Paso 4:

Tabla 5:
Determinación del coeficiente b/b0

Porcentaje de agregado fino	b/b0	
	ASTM 33-N° 8	ASTM 33-N° 67
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

Fuente: Reporte de Concreto Permeable ACI211.3R. Apéndice 6.

Determinación del coeficiente b/b0 para lo cual haremos uso de la tabla 5, nuestro diseño al no tener porcentaje de agregado fino el b/b0=0.99.

Paso 5:

Cálculo de masa del agregado grueso (M_{ag}) el cual fue determinado por la siguiente ecuación:

$$M_{ag} = P.U.C. \times \left(\frac{b}{b_0}\right) \times (1 + \%Abs)$$

$$M_{ag} = 1499 \text{ kg/m}^3 \times (0.99) \times (1 + 1.18)$$

$$M_{ag} = 1501.521 \text{ kg/m}^3$$

Paso 6:

Determinación del volumen del agregado grueso (V_{ag}) para ello se hizo uso de la siguiente ecuación:

$$V_{ag} = \frac{M_{ag}}{Y_{ag}}$$

$$V_{ag} = \frac{1501.521 \text{ kg/m}^3}{2950 \text{ kg/m}^3}$$

$$V_{ag} = 0.509$$

Paso 7:

Determinación del volumen de pasta (V_p), se usó la siguiente ecuación:

$$V_p = 1 - (V_{ag} + \%Vacios)m^3$$

$$V_p = 1 - (0.509 + 17\%)m^3$$

$$V_p = 0.321m^3$$

Paso 8:

Determinación de la masa de cemento y agua, en este paso determinamos la cantidad de cemento y agua a usar para el diseño con la siguiente ecuación:

$$V_p = V_c + V_a$$

Esta ecuación también puede ser definida como:

$$V_p = \frac{C}{\rho_c} + \frac{\left(\frac{a}{c}\right) \times C}{\rho_A}$$

$$0.321 \text{ m}^3 = \frac{C}{3130 \text{ kg/m}^3} + \frac{0.53x C}{1000 \text{ kg/m}^3}$$

$$C = 358 \text{ kg}$$

Despejando en la formula agua-cemento obtenemos (para un correcto diseño se usó 0.53):

$$0.53 = \frac{A}{C}$$

$$A = 0.53 * 358 \text{ kg}$$

$$A = 189.74 \text{ kg} \cong 190 \text{ lts}$$

Paso 9:

Determinación de volumen absoluto de cada material tabla 6.

Tabla 6:
Volumen Absoluto Total

	Peso de Material calculado kg	Densidad kg/m3	Volumen m3
Cemento	358	3130	0.114
Agregado grueso 3/4"	1040	1499	0.694
Agua	190	1000	0.151
		Volumen Total	0.959

Fuente: Propio

Con el uso del método ACI "Diseño de Mezcla" se procedió a corregir valores y realizar la dosificación de concreto se usó las siguientes ecuaciones:

Calculamos el agua efectiva en diseño:

$$+Agua = (\%Abras. - \%Hum.) * Mag$$

$$+Agua = (1.18 - 5.09) * 1501.521$$

$$+Agua = -38.68$$

Finalmente, el Agua efectiva para el diseño de concreto:

$$AE = 190 + (-38.68)$$

$$AE = 151.32$$

Paso 10:

Corrección del Peso del agregado grueso por Humedad.

$$Pag = Mag + (Mag \times \%Hum.)$$

$$Pag = 1501.521 + (1501.521 \times 5.09\%)$$

$$Pag = 1040.00 \text{ kg}$$

Paso 11:

Dosificación final de diseño tabla 7.

Tabla 7:

Dosificación de Diseño de Mezcla

Material	Peso de Material calculado kg	Proporción
Cemento	358	1.00
Agregado grueso 3/4"	1040	2.79
Agua	151.32	17.96

Fuente: Propio

$$\text{DDM} = 1: 2.79/17.96 \text{litros}$$

Para la dosificación de diseño de mezcla más aditivo se realizó los siguientes cálculos:

Datos:

Cemento=358.00 kg

Aditivo= 14cm³/kg por 1kg de cemento.

$$14 \frac{\text{cm}^3}{\text{kg}} = 1 \text{kg}$$

Para 358.00 kg se necesitó:

$$\text{Aditivo necesario} = \frac{14 \text{cm}^3}{\text{kg}} * 358.00 \text{kg}$$

$$\text{Aditivo necesario} = 5.012 \text{ litros}$$

Cálculo de agua efectiva mezcla con aditivo (AED):

$$AE_D = AE - An$$

$$AE_D = 151.32 - 5.012$$

$$AE_D = 146.308 \text{ Litros}$$

Tabla 8:

Dosificación de Diseño de Mezcla más Aditivo

Material	Peso de Material calculado kg	Proporción
Cemento	358.00	1.00
Agregado grueso 3/4"	1040.00	2.79
Agua	146.31	17.37
Aditivo	5.012	0.60

Fuente: Propio

DDMA= 1: 2.79/17.37litros/0.6litros

Como resultado del objetivo específico 2 para los ensayos de concreto fresco y endurecido se realizó el uso de las dos dosificaciones obtenidas sin y con aditivo las cuales son 1: 2.79/17.96 lt y 1: 2.79/17.37 lt/0.5 lt respectivamente.

Así mismo para el objetivo 3 determinar las propiedades del concreto drenante en estado fresco, Huaraz 2023, se realizó el ensayo del cono de abrams (anexo 7), se evaluó tomando en cuenta la norma ASTM C1688, este ensayo determino la consistencia y trabajabilidad del concreto según su asentamiento para ver si esta puede ser usada en obra tabla 9.

Tabla 9:

Consistencia: Asentamiento

Tipo de Consistencia	Asentamiento del concreto
Sumamente Seco	-----
Muy Seco	Menor 2mm
Seco	0" - 1"
Plástico Seco	1" - 3"
Plástico	3" - 5"
Muy Plástica	5" - 7 1/2"

Fuente: Norma ASTM C1688.

Tabla 10:

Asentamiento de Concreto Drenante

Diseño de Mezcla	Diseño de Mezcla sin Aditivo	Diseño de Mezcla con Aditivo
Slump en Pulgadas	1.2	1.2
Consistencia	Plástico Seco	Plástico Seco

Fuente: Propio

El ensayo de asentamiento de la mezcla del concreto drenante en su estado fresco fue evaluada con la tabla 9, los resultados están plasmados en la tabla 10.

Como resultado a nuestro objetivo 3 para nuestro diseño de concreto drenante, obtuvimos que el concreto drenante sin aditivo es de 1.2” de Slump y una consistencia plástica seca y el concreto drenante con aditivo es de 1.2” de Slump y de igual forma con consistencia plástica seca, esto determina una buena trabajabilidad del concreto drenante.

Sobre nuestro objetivo 4 determinar las propiedades del concreto drenante en estado endurecido, Huaraz 2023, se realizó dos ensayos tanto para la resistencia a la compresión como la permeabilidad, los resultados se detallan en las siguientes tablas y figuras (anexo 8 y 9).

Ensayo del concreto drenante resistencia a la compresión: Este ensayo determino los valores de carga máxima y resistencia de las probetas ensayadas, las medidas y materiales utilizadas fueron determinadas por la Norma ASTM D695, ASTM C39, ASTM C31; así se determinó si el diseño es aplicable a estructuras de pavimentos rígidos, cada probeta será sometida al ensayo a los 7, 14 y 28 días de curado con un mínimo de 3 probetas a fin de tener un resultado promedio.

Tabla 11:
Carga Máxima y F'c Concreto Drenante sin Aditivo 7 días.

COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS CONCRETO SIN ADITIVO		
DESCRIPCIÓN	UND	1,2 y 3
Carga Máx. Prom.	Kgf.	32040
Resistencia F'c Prom.	kg/cm ²	181.00
% Fc/Fcd	%	86.19
Tipo de Rotura	C	Cono y Corte

Fuente: Propio

Tabla 12:
Carga Máxima y F'c Concreto Drenante sin Aditivo 14 días.

COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS CONCRETO SIN ADITIVO		
DESCRIPCIÓN	UND	4,5 y 6
Carga Máx. Prom.	Kgf.	34900
Resistencia F'c Prom.	kg/cm ²	198.00
% Fc/Fcd	%	94.29
Tipo de Rotura	D	Corte

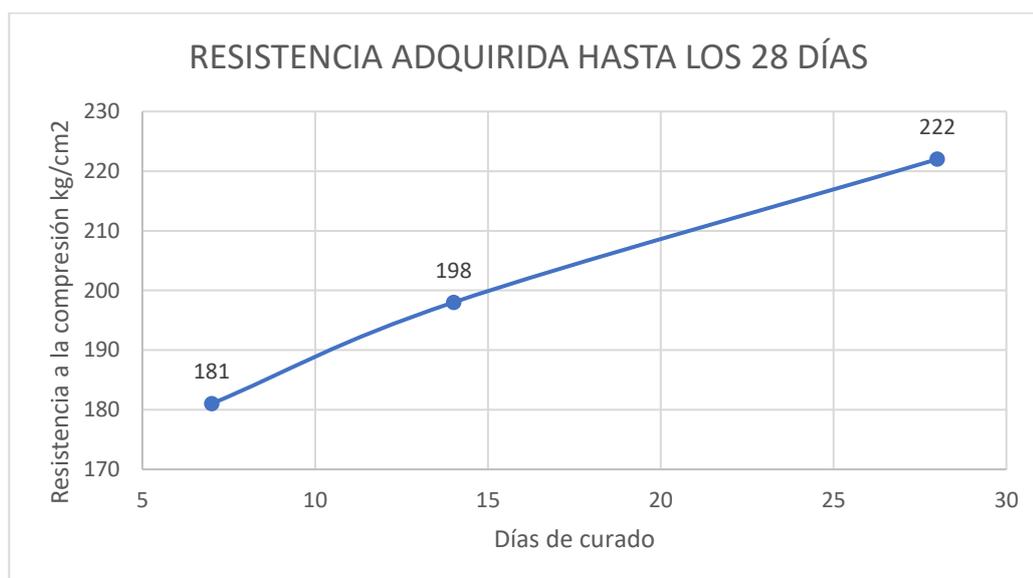
Fuente: Propio

Tabla 13:*Carga Máxima y F'c Concreto Drenante sin Aditivo 28 días.*

COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS CONCRETO SIN ADITIVO		
DESCRIPCIÓN	UND	7,8 y 9
Carga Máx. Prom.	Kgf.	39200
Resistencia F'c Prom.	kg/cm ²	222.00
% Fc/Fcd	%	105.71
Tipo de Rotura	C	Cono y Corte

Fuente: Propio

En la tabla 11,12 y 13 se plasma los valores obtenidos en el ensayo a la compresión a los 7, 14 y 28 días respectivamente del diseño de mezcla sin aditivo, a los primeros 7 días obtuvo una resistencia de 181 kg/cm² sufriendo una fractura de tipo C como en el día 28, mientras en el día 14 sufrió una ruptura de tipo D, finalmente su resistencia máxima adquirida el día 28 fue de 222 kg/cm² con un 5.71% más del diseño patrón.

**Figura 9:** "Resistencia Adquirida Hasta los 28 Días Mezcla sin Aditivo"

La figura 9 muestra la evolución y resistencia adquirida hasta el día 28 del concreto drenante sin aditivo el cual fue de forma creciente donde se observa que del día 7 al día 28 un crecimiento en resistencia del 19.52%.

Tabla 14:*Carga Máxima y F'c Concreto Drenante con Aditivo 7 días.*

COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS CONCRETO CON ADITIVO		
DESCRIPCIÓN	UND	1,2 y 3
Carga Máx. Prom.	Kgf.	33120

Resistencia F'c Prom.	kg/cm ²	187.00
% Fc/Fcd	%	89.05
Tipo de Rotura	D	Corte

Fuente: Propio

Tabla 15:

Carga Máxima y F'c Concreto Drenante con Aditivo 14 días.

COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS CONCRETO CON ADITIVO		
DESCRIPCIÓN	UND	4,5 y 6
Carga Máx. Prom.	Kgf.	35520
Resistencia F'c Prom.	kg/cm ²	201.00
% Fc/Fcd	%	95.71
Tipo de Rotura	E	Columnar

Fuente: Propio

Tabla 16:

Carga Máxima y F'c Concreto Drenante con Aditivo 28 días.

COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS CONCRETO CON ADITIVO		
DESCRIPCIÓN	UND	7,8 y 9
Carga Máx. Prom.	Kgf.	39520
Resistencia F'c Prom.	kg/cm ²	224.00
% Fc/Fcd	%	106.67
Tipo de Rotura	C	Cono y Corte

Fuente: Propio

En la tabla 14,15 y 16 se plasma los valores obtenidos en el ensayo a la compresión a los 7, 14 y 28 días respectivamente del diseño de mezcla con aditivo, las probetas ensayadas sufrieron rupturas diferentes en las tres edades ensayadas, a los 7 primeros días sufrió una ruptura tipo cono D con una resistencia de 187 kg/cm², mientras a los 14 días sufrió la ruptura tipo columnar y una resistencia de 201 kg/cm² y finalmente al día 28 una ruptura tipo cono corte con una resistencia de 224 kg/cm².

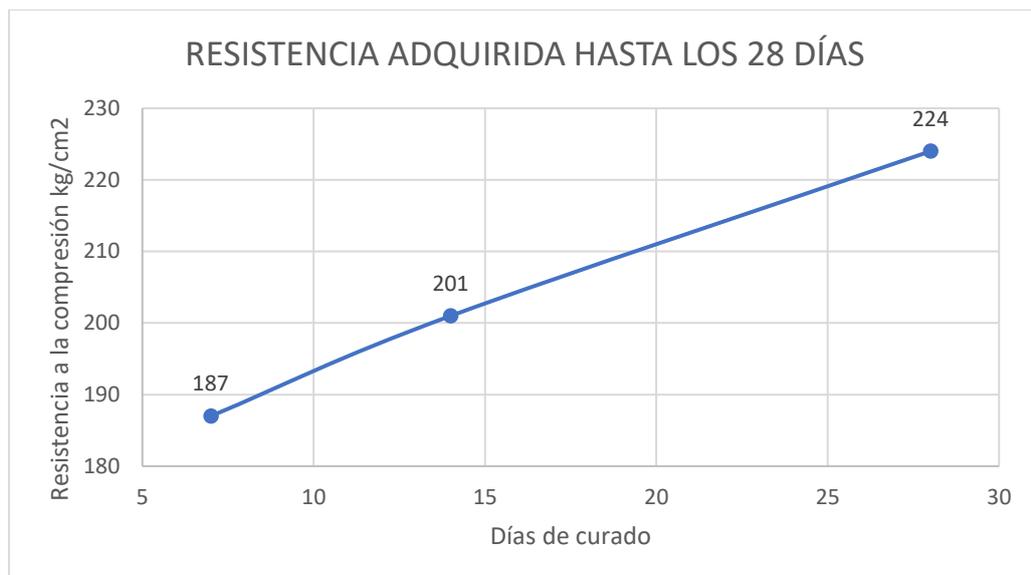


Figura 10: "Resistencia Adquirida Hasta los 28 Días Mezcla con Aditivo"

La figura 10 muestra la evolución y resistencia adquirida hasta el día 28 del concreto drenante con aditivo, podemos observar que es de forma creciente uniforme del día 7 al día 28 mejoró en su resistencia 17.62%.

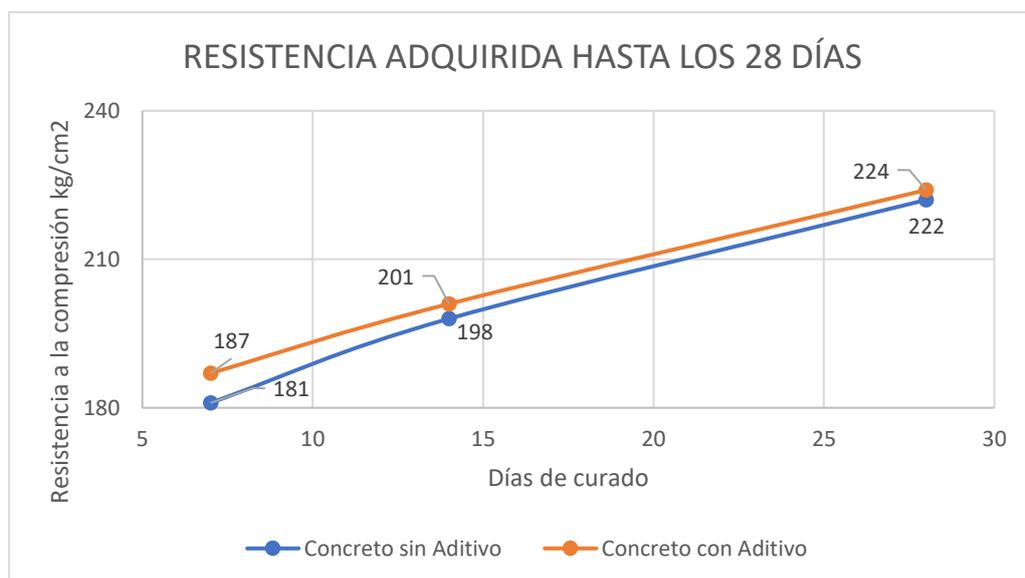


Figura 11: "Resistencia Adquirida Hasta los 28 días C.D. con Aditivo vs C.D. sin Aditivo"

La figura 11 muestra la evolución y resistencia adquirida hasta el día 28 entre el concreto drenante sin aditivo vs concreto drenante con aditivo.

Es así que las 18 probetas ensayadas cumplen los valores establecidos en el ACI 522R-10, que nos delimita como resistencia mínima 70kg/cm² y máxima

280kg/cm²; la mayor variación existe en los 7 primeros días con 6 kg/cm² de resistencia mayor al patrón sin aditivo, pero finalmente al obtener su resistencia máxima a los 28 días las resistencias se asemejan obteniendo 2 kg/cm² de resistencia más el diseño con aditivo con respecto al diseño sin aditivo.

Ensayo de permeabilidad para concreto drenante: Para este ensayo se fabricó un molde de 16cm x 30cm x 100cm ya que la norma técnica CE. 010 “Pavimentos Urbanos” en la tabla 30 del punto 4.3 del capítulo 4 nos menciona que las vías locales, colectoras y arteriales deben ser mayores o iguales de 15cm; se simuló esta escala con el fin de extraer 2 y 1 pieza por bloque para ser usado para el método del permeámetro (anexo 8).

El coeficiente de permeabilidad se halló con la siguiente fórmula para el concreto drenante sin aditivo tabla 17 y para concreto drenante con aditivo tabla 18:

$$k = \frac{L}{t} \times \frac{a}{A} \times \ln \frac{h_1}{h_2}$$

Tabla 17:
Permeabilidad Concreto Drenante sin Aditivo

Muestra	Longitud de muestra (L) cm	Área de muestra (A) cm ²	Área de la tubería de carga (a) cm ²	Altura de agua medida de la parte superior de la muestra (h1) cm	Altura de tubería de salida de agua (h2) cm	Tiempo que tarda en pasar de h1 a h2 (t) Seg.	Coficiente de permeabilidad (k) cm/seg.
1	16	81.07	81.07	50	25	13	0.853
2	16	81.07	81.07	50	25	14	0.792
3	16	81.07	81.07	50	25	14	0.792
Valor promedio de permeabilidad							0.812

Fuente: Propio

Tabla 18:
Permeabilidad Concreto Drenante con Aditivo

Muestra	Longitud de muestra (L) cm	Área de muestra (A) cm ²	Área de la tubería de carga (a) cm ²	Altura de agua medida de la parte superior de la muestra (h1) cm	Altura de tubería de salida de agua (h2) cm	Tiempo que tarda en pasar de h1 a h2 (t) Seg.	Coefficiente de permeabilidad (k) cm/seg.
1	16	81.07	81.07	50	25	14	0.792
2	16	81.07	81.07	50	25	13	0.853
3	16	81.07	81.07	50	25	14	0.792
Valor promedio de permeabilidad							0.812

Fuente: Propio

Esto significa que para 1 m² de concreto, la permeabilidad será de 100.16 cm/seg.

Por último, el objetivo 5 analizar los costos unitarios de la propuesta del pavimento drenante, Huaraz 2023, los datos fueron extraídos de Capeco (tarifa salarial del 2022 al 2023; anexo 10), Cantera de tacllan, precio comercial del cemento “SOL” en la ciudad de Huaraz, tienda sika Huaraz y precio por metro cubico de agua de la EPS CHAVIN (anexo 11).

Tabla 19:
Costo Unitario de Concreto Drenante sin Aditivo

Concreto Drenante F'c = 222.00 kg/cm²				C.U. (m3)	361.58
Rendimiento	15.000	m3/d	Jornada laboral	8.00	horas/día
Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S./)	Parcial (S./)
<u>Mano de Obra</u>					52.13
Operador Equipo Liviano	Hh	0.5	0.267	10.06	2.68
Operario	Hh	2	1.067	10.06	10.73
Oficial	Hh	2	1.067	7.89	8.42
Péon	Hh	8	4.267	7.10	30.29
<u>Materiales</u>					296.68
Cemento Portland Tipo I	Bls		8.420	30.50	256.81
Piedra Chancada	m3		0.659	60.00	39.54
Agua	m3		0.151	2.06	0.33
<u>Equipo</u>					12.77
Herramientas Manuales	%mo		3.000	1.56	4.69
Mezcladora de Concreto	Hm	1	0.533	15.16	8.08

Fuente: Propio

Tabla 20:
Costo Unitario de Concreto Drenante con Aditivo

Concreto Drenante F'c = 224.00 kg/cm²				C.U. (m3)	412.23
Rendimiento	15.000	m3/d	Jornada laboral	8.00	horas/día
Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<u>Mano de Obra</u>					52.13
Operador Equipo Liviano	Hh	0.5	0.267	10.06	2.68
Operario	Hh	2	1.067	10.06	10.73
Oficial	Hh	2	1.067	7.89	8.42
Péon	Hh	8	4.267	7.10	30.29
<u>Materiales</u>					347.33
Cemento Portland Tipo I	Bls		8.420	30.50	256.81
Piedra Chancada	m3		0.659	65.00	42.84
Aditivo SikaRapid-5	m3		0.005	9000.00	47.36
Agua	m3		0.146	2.06	0.32
<u>Equipo</u>					12.77
Herramientas Manuales	%mo		3.000	1.56	4.69
Mezcladora de Concreto	Hm	1	0.533	15.16	8.08

Fuente: Propio

El análisis de costos unitarios por metro cubico para nuestro concreto drenante sin y con aditivo de resistencias obtenidas F'c= 222.00 kg/cm² y F'c=224.00 kg/cm² respectivamente, nos dio los siguientes precios para concreto drenante sin aditivo S/.361.58 moneda peruana y para el concreto drenante con aditivo S/.412.23 moneda peruana, esto muestra que elaborar un concreto drenante con aditivo elevaría el costo en S/. 50.65 soles peruanos por metro cubico de concreto drenante.

Finalmente como resultado a nuestro **objetivo general de realizar la propuesta de diseño de mezcla para un pavimento drenante, Huaraz – Perú – 2023**, fue conseguir una dosificación para nuestro pavimento sin aditivo de proporciones 1:2.79/17.96 litros y para nuestro diseño de pavimento drenante con aditivo 1:2.79/17.37 litros y 0.6 litros de aditivo; los cuales obtuvieron resistencias a la compresión de 222 kg/cm² y 224 kg/cm² respectivamente ambos diseños tienen un Slump de 1.2" que determina su trabajabilidad y el costo fue de S/. 361.58 soles y S/. 412.23 soles en ese orden para cada uno de los diseños.

V. DISCUSIÓN

Con los resultados obtenidos de los diferentes ensayos y estudios realizados procederemos a una discusión con los demás autores y sus teorías planteadas con respecto al presente tesis, como primera discusión verificaremos los materiales usados para sus diseño de concreto; segundo punto a discutir es la medida del slump hallado en cada concreto; tercer punto la resistencia a la compresión obtenido por cada autor; de la misma forma será la permeabilidad adquirida y finalmente el costo de los concretos diseñados.

Objetivo específico 1 determinar las propiedades de los componentes para el diseño de mezcla para concreto drenante, Huaraz 2023.

Sobre los materiales en nuestra tesis se realizó el diseño con agregado grueso de $\frac{3}{4}$ ", se consideró el 17% de vacíos y 0.45 relación a/c; el diseño final fue de 358.00 kg cemento de agregado grueso, 1040.00 kg de agregado grueso y 151.32 litros de agua para el diseño sin aditivo; 146.31 litros de agua, 5.012 litros de aditivo para el segundo diseño. Según **Mendoza y Ospina** (2018), trabajo con agregado grueso de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{8}$ ", 580 kg de cemento, 1273.5 kg de agregado grueso, relación a/c=0.30 y cuatro aditivos hacen un total de 3.68 litros (Plastol precast hs, euco estabilizador, eucon abs y fibra tuf) sin agua. Mientras **Castillo y Saavedra** (2021), trabajo con agregado grueso de $\frac{3}{4}$ ", cemento 451 kg, 1626.00 kg de agregado grueso, 217 litros y aditivo 0.04%, 6% de vacíos, relación a/c=0.52. Por último, **Palacios** (2018), trabajo con piedra de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{8}$ " para su diseño de concreto permeable empleo 15% de vacíos, relación a/c=0.35, 372.28 kg de cemento, 1606.77 kg de agregado de $\frac{1}{2}$ ", 92.50 litros para su primer diseño y para el segundo lo realizo con 1627.56 kg de agregado de $\frac{3}{8}$ " y 109.90 litros.

Cada uno de los autores uso lo parámetros determinados por la norma ACI 522 R-10, el cual menciona el uso de agregados gruesos de un solo tamaño de $\frac{3}{4}$ " a $\frac{3}{8}$ ", para este tipo de concreto se recomienda el cemento portland conforme al ASTM y aditivos que mejoren las propiedades del concreto según la zona.

Objetivo específico 2 determinar las proporciones de los componentes del concreto drenante, Huaraz 2023. en la presente tesis se usó la dosificación para nuestro pavimento sin aditivo de proporciones 1:2.79/17.96 litros y para nuestro diseño de pavimento drenante con aditivo 1:2.79/17.37 litros y 0.6 litros de aditivo.

Según **Castillo y Saavedra** (2021) obtuvo una proporción 1:2.41/22.22lt y 1.97 lt; mientras **Esquerre y Silva** (2019), obtuvo una proporción 1:1.27:2.82/14.45lt y 0.26 lt; por ultimo **Palacios** (2018), obtuvo una proporción de 1:4.37/12.55 lt.

Objetivo 3 determinar las propiedades del concreto drenante en estado fresco, Huaraz 2023.

En la presente tesis se obtuvo un asentamiento de 1.2" para ambos diseños de concreto. Según **Castillo y Saavedra** (2021), determino un asentamiento de 5" en su diseño; mientras **Esquerre y Silva** (2019) en sus tres diseños obtuvo 3", 2.8" y 2.5" asentamiento en sus diseños y **Palacios** (2018); como resultado a este ensayo tuvo 0.8" de asentamiento.

Se puede mencionar que en las zonas cálidas el asentamiento es mayor mientras en las zonas más frías el asentamiento es menor, los valores obtenidos en nuestro asentamiento es plástico seco para nuestra tesis y **Palacios** (2018) menores a 1.5", mientras para **Castillo y Saavedra** (2021), **Esquerre y Silva** (2019) son mayores a 2.5" en el rango plástico seco y plástico.

Objetivo 4 establecer las propiedades del concreto drenante en estado endurecido, Huaraz 2023.

Resistencia a la compresión: Para el diseño propuesto en la presente tesis se obtuvo una resistencia a los 28 días de 222 kg/cm² sin aditivo mientras para nuestro diseño con aditivo se obtuvo una resistencia a los 28 días de 224 kg/cm². Según **Mendoza y Ospina** (2018), su resistencia máxima a los 28 días fue de 178.5 kg/cm²; mientras **Amorós y Bendezú** (2019), obtuvo como resistencia máxima a los 28 días 280.56 kg/cm² y **Palacios** (2018), obtuvo como resistencia máxima a los 28 días de 178.73 kg/cm².

Es así que **Palacios** (2019), **Mendoza y Ospina** (2018) tienen valores próximos según sus diseños; mientras **Amorós y Bendezú** (2019) con la presente tesis al realizarlo con un diseño de 210 kg/cm² las resistencias adquiridas son mayores con respecto a los otros dos autores, por lo que el diseño inicial tiene un gran impacto al momento de diseñar el concreto drenante.

Finalmente podemos interpretar que nuestro diseño si bien no supera al autor **Amorós y Bendezú** (2019), si supera a **Palacios** (2018) en 45.27 kg/cm² y a **Mendoza y Ospina** (2018) en 45.17 kg/cm².

Permeabilidad adquirida: La permeabilidad adquirida para la presente tesis tanto para el diseño con y sin aditivo es la misma, el valor obtenido es de 0.812 cm/seg. Según **Castillo y Saavedra** (2021), obtuvo una permeabilidad máxima de 30.278 cm/s; mientras **Amorós y Bendezú** (2019), obtuvo como permeabilidad máxima 1.91 cm/s y por último **Palacios** (2018), obtuvo una permeabilidad máxima de 0.492 cm/s.

Analizando estos datos se menciona que, la permeabilidad adquirida es acorde al diseño inicial y tamaño del agregado utilizado para cada uno de los diseños, la mayor permeabilidad lo obtuvo Castillo y Saavedra (2021), mientras los otros dos autores y la presente tesis no superan los 2 cm/s que determinan una baja permeabilidad en sus diseños.

Objetivo 5 analizar los costos unitarios de la propuesta del pavimento drenante, Huaraz – Perú – 2023.

En la presente tesis el costo para nuestro concreto drenante fue de S/. 361.58 soles para el diseño sin aditivo mientras para el diseño con aditivo fue mayor por S/. 50.65 soles. Según **Castillo y Saavedra** (2021), el costo para su diseño de concreto permeable tuvo un costo de S/. 489.84 soles por m²; mientras **Esquerre y Silva** (2019), para su diseño de concreto drenante tuvo un costo de S/. 318.34 soles por m²; por último, **Palacios** (2018), para su diseño de concreto permeable de $F'c = 180.68 \text{ kg/cm}^2$ fue de S/. 354.81 soles por m².

La presente tesis y **Castillo y Saavedra** (2021) al usar aditivos el costo se eleva, ya que esto ayuda a mejorar las características de diseño; mientras los otros dos autores al usar solo material de diseño sin ningún tipo de aditivo, su costo es menor.

Objetivo general de realizar la propuesta de diseño de mezcla para un pavimento drenante, Huaraz – Perú – 2023.

En la presente tesis se usó la dosificación para nuestro pavimento sin aditivo de proporciones 1:2.79/17.96 litros y para nuestro diseño de pavimento drenante con aditivo 1:2.79/17.37 litros y 0.6 litros de aditivo. Según **Castillo y Saavedra** (2021) obtuvo una proporción 1:2.41/22.22lt y 1.97 lt; mientras **Esquerre y Silva** (2019), obtuvo una proporción 1:1.27:2.82/14.45lt y 0.26 lt; por ultimo **Palacios** (2018), obtuvo una proporción de 1:4.37/12.55 lt. Los valores obtenidos es nuestro asentamiento es plástico seco para nuestra tesis y **Palacios** (2018) menores a

1.5", mientras para **Castillo y Saavedra** (2021), **Esquerre y Silva** (2019) son mayores a 2.5" en el rango plástico seco y plástico. Finalmente podemos interpretar que nuestro diseño si bien no supera al autor Amorós y Bendezú (2019), si supera a Palacios (2018) en 45.27 kg/cm^2 y a Mendoza y Ospina (2018) en 45.17 kg/cm^2 .

Cada uno de los diseños tiene características únicas por ello que las proporciones varían según las características obtenidas de los elementos usados.

VI. CONCLUSIONES

1. Para el objetivo general se logró obtener un diseño de concreto drenante con características dentro del ACI 522 R-10, el diseño cumple con las características necesarias para uso en vías secundarias, ya que no soportaría tránsito pesado por su resistencia según la norma CE 010 "Pavimentos Urbanos", para este diseño se tomó una resistencia inicial de 210 kg/cm², relación a/c final de 0.53, el 17% de vacíos y no se hizo uso de agregado fino.
2. Para el objetivo específico 1 se concluye que la cantera del Rio Santa-Tacllan el agregado grueso retenido por el tamiz $\frac{3}{4}$ " es de 9.42%, el cemento "SOL" tiene mejores características para el diseño y el agua es apta para la mezcla del concreto drenante; así mismo, se logró determinar las características del aditivo SikaRapid®-5 que es un acelerante de concreto.
3. Para el objetivo específico 2 se concluyó que la proporción para el diseño de mezcla se usó la dosificación para nuestro pavimento drenante sin aditivo de proporciones 1:2.79/17.96 litros y para nuestro diseño de pavimento drenante con aditivo 1:2.79/17.37 litros y 0.6 litros de aditivo.
4. Para el objetivo específico 3 se concluyó que el concreto en estado fresco es trabajable, el slump obtenido fue de 1.2" dentro del rango plástico seco, este no necesita de una compactación dura sino leve por ello que si el asentamiento es menor tendrá menores características de porosidad como en la presente tesis.
5. Para el objetivo específico 4 se logró elaborar dos diseños de concreto drenante uno con aditivo y otro sin aditivo, como resultado se obtuvo las resistencias de 222 kg/cm² para el diseño sin aditivo, mientras para nuestro diseño con aditivo llegó a una resistencia de 224 kg/cm² dentro de los parámetros del ACI 522R-10; por otro lado, la permeabilidad adquirida es de 0.812 cm/s evidenciando que el diseño propuesto es funcional.
6. Finalmente, para el objetivo específico 5 se logró determinar el costo por m² del diseño de pavimento drenante, este tiene un costo de S/. 361.58 soles en el diseño sin aditivo, mientras para nuestro diseño con aditivo se incrementó S/. 50.65 soles siendo el costo de este S/. 412.23 soles.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que para un diseño de concreto drenante se dé uso a la norma ACI 522 R-10 "Reporte de Concreto Permeable" ya que los criterios plasmados en dicho reporte aportan al uso correcto de materiales.
2. Se recomienda la búsqueda de nuevas canteras y chancadoras que beneficien a las próximas investigaciones, del mismo modo al uso de otras medidas de agregado grueso.
3. Se recomienda usar otras proporciones de diseño de mezcla, con diferentes características respecto a nuestro objetivo 1.
4. Se recomienda a la investigación de otros cementos con mayores características de resistencia, propiedades físicas y químicas, para mejorar la capacidad de adherencia sin la pérdida de porosidad.
5. Se recomienda el uso de aditivo según la zona donde se desea elaborar el diseño ya que el comportamiento varía según sea cálido o frío, los aceleradores se usan para zonas frías, mientras los retardantes para zonas cálidas, del mismo modo tomar en cuenta si se usa otros tipos de aditivos para determinar su comportamiento final.
6. Se recomienda realizar nuevos cálculos en el costo unitario, ya que los costos aplicados en la presente tesis son únicamente para Huaraz, según precios en el presente año.

REFERENCIAS

1. **ACI, 522R-10. 2010.** *Report on Pervious Concrete*. Farmington Hills : American Concrete Institute, 2010. ISBN 978-0-87031-364-6.
2. **American Society for Testing and Materials. 2017.** *Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate*. Estados Unidos : ASTM International, 2017.
3. —. **2021.** *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. Estados Unidos : ASTM International, 2021.
4. —. **2015.** *Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete*. Estados Unidos : ASTM International, 2015.
5. —. **2017.** *Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Hydraulic-Cement Concrete*. Estados Unidos : ASTM International, 2017.
6. **Amorós, Carlos y Bendezú, José. 2019.** *Diseño de mezcla de concreto permeable para la construcción de la superficie de rodadura de un pavimento de resistencia de 210 kg/cm²*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima : s.n., 2019.
7. *Análisis comparativo de la resistencia a compresión de un concreto convencional utilizando muestras cilíndricas y cúbicas.* **Díaz, Segundo y Gonzales, Rocío. 2017.** 2, 2017, Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación, Vol. 4.
8. **Aquino, Jorge Ernesto Jacinto. 2021.** *Diseño de Mezcla de Concreto Permeable Utilizando Diferentes porcentajes de Agregado Fino y Aditivos en la Ciudad de Chiclayo*. Chiclayo : s.n., 2021.
9. **Arias, Fidias. 2006.** *El proyecto de Investigación introducción a la metodología científica*. Sexta. Caracas : Episteme, 2006.
10. **Botto, Raisa y Santacruz, Paola. 2017.** *Evaluación de las propiedades en estado fresco y endurecido de un concreto para uso en pavimento rígido, adicionado con nanocompuestos de carbono*. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá : s.n., 2017.
11. **Castillo, Karen y Saavedra, Camila. 2021.** *Diseño de mezcla de concreto permeable para uso en pavimento rígido, Piura - 2021*. Universidad César Vallejo. Piura : s.n., 2021.
12. *Clogging and maintenance evaluation of pervious concrete pavements with recycled concrete aggregate.* **Meert, Felipe, y otros. 2022.** 2022, Construction and Building Materials, Vol. 342.
13. *Compressive strength versus curing time in hydraulic concrete.* **Hernández, Luis, Muñoz, Flor y Rodríguez, Elnor. 2019.** 1, 2019, Métodos & Materiales, Vol. 9, págs. 1-10.

14. *Construction of pervious concrete pavement stretch, Ahmedabad, India – Case study.* **Joshi, Tejas y Dave, Urmil. 2022.** 2022, Case Studies in Construction Materials, Vol. 16.
15. *Correlation between permeability and porosity for pervious concrete.* **Sandoval, Gersson, y otros. 2019.** 209, 2019, DYNA, Vol. 86, págs. 151-159.
16. *Design of a rigid permeable pavement as a sustainable urban drainage system.* **Guerra, Pedro y Guerra, César. 2020.** 20, 2020, Fides Et Ratio, Vol. 20.
17. *Diseño de pavimentos permeables en España: situación actual y necesidades futuras.* **García, Eduardo, y otros. 2022.** 4, 2022, Ingeniería del agua, Vol. 26.
18. **Esquerre, Michell y Silva, Hector. 2019.** *Propuesta de diseño de pavimento drenante para la captación de agua de lluvias en zonas urbanas del norte del Perú.* Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Perú : s.n., 2019.
19. *Evaluation of pore size distribution and permeability reduction behavior in pervious concrete.* **Huang, Jiandong, y otros. 2021.** 1, 2021, Construction and Building Materials, Vol. 290.
20. *Experimental study on partial replacement of structural fiber in porous pavements.* **Neduri, Prabhanjan, Yadav, Swamy y Bojjamb, Sravanthi. 2022.** 5, 2022, Materialstoday: Proceedings, Vol. 68, págs. 1476-1480.
21. **García, María, y otros. 2020.** *Identificación de fuentes de agregados para pavimentos.* Cali : Pontificia Universidad Javeriana, 2020. págs. 121-140.
22. *Guide for Design of Jointed Concrete Pavements for Streets and Local Roads.* **ACI, 325.12R-02. 2022.** 1, U.S.A. : American Concrete Institute, 2022, Vols. 325.12R-1.
23. **Hernández, R, Fernandez, C y Baptista, Maria. 2014.** *Metodología de la Investigación.* Sexta. Mexico : McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, 2014.
24. **Hernández, Roberto. 2018.** *Metodología de la investigación, las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* México : McGrawHill, 2018.
25. *La investigación aplicada: Una forma de conocer la realidades con evidencia científica.* **Vargas, Z. 2019.** 1, 2019, Revista Educación, Vol. 33, págs. 155-165.
26. **Mendoza, Eddy y Ospina, Jenny. 2018.** *Mezcla de concreto permeable como parte de la estructura del pavimento rígido, aplicado a vías de tráfico medio.* Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá : s.n., 2018.

27. *Methodologies to Produce Pervious Concrete Partially Using Recycled Materials as Aggregates: A Literature Review*. **Ayala, y otros. 2022.** 53, 2022, *Tecnología*, Vol. 25.
28. **Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2018.** *Glosario de Términos de uso frecuente en proyectos de Infraestructura vial*. Lima-Perú : Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018.
29. **Palacios, Frank. 2018.** *Diseño de concreto permeable para su aplicación en pavimentos como óptimo sistema de drenaje en distrito de Independencia - Huaraz - Ancash*, 2018. Universidad César Vallejo. Huaraz : s.n., 2018.
30. *Pavimentos permeables. Una aproximación convergente en la construcción de vialidades urbanas y en la preservación del recurso agua*. **Cárdenas, Eusebio, Albiter, Ángel y Jaimes, Janner. 2017.** 2, 2017, *Ciencia Ergo Sum*, Vol. 24, págs. 172-184.
31. *Pavimentos urbanos permeables*. **Jato, Daniel, y otros. 2019.** 3607, 2019, *Revista de Obras Públicas: Organó profesional de los ingenieros de caminos, canales y puertos*, Vol. 1, págs. 32-36.
32. *Performance evaluation of pervious concrete pavements with recycled concrete aggregate*. **Lunkes, Helena, y otros. 2022.** 2022, *Construction and Building Materials*, Vol. 315.
33. *Pervious concrete for desired porosity: Influence of w/c ratio and a rheology-modifying admixture*. **Pereira, Fernanda, Haselbach, Liv y Silva, Luiz. 2021.** 2021, *Construction and Building Materials*, Vol. 268.
34. *Pore characteristics of pervious concrete and their influence on permeability attributes*. **Shan, Jingsong, y otros. 2022.** 1, 2022, *Construction and Building Materials*, Vol. 327.
35. *Potentiality of permeable pavements in the improvement of surface runoff quality: a review*. **Becker, Nayara y Gohr, Ivone. 2019.** 11, 2019, *Gest. Urbana*, Vol. 1.
36. *Prediction of the compressive strength of concrete 1:2:3 from the initial setting time*. **Rodríguez, David, Reyes, Juan y Uclés, Karla. 2020.** 3, 2020, *INNOVARE Revista de Ciencia y Tecnología*, Vol. 9, págs. 133-138.
37. **Reglamento Nacional de Edificaciones. 2020.** *Norma E.060 Concreto Armado*. Lima : Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO, 2020.
38. *Research and application of pervious concrete as a sustainable pavement material: A state-of-the-art and state-of-the-practice review*. **Zhong, Rui, Leng, Zhen y Poon, Chi-sun. 2018.** 2018, *Construction and Building Materials*, Vol. 183, págs. 544-553.

39. *Stormwater retention using pervious concrete pavement: Great Western Sydney case study.* **Sartipi, Mohsen y Sartipi, Farid. 2019.** 2019, Case Studies in Construction Materials, Vol. 11, págs. 1-8.
40. **Toro, Luis y Cayon, Luis. 2021.** *Análisis de pavimentos permeables como solución alternativa al problema de inundaciones en la calle 22 y la carrera 5 de la ciudad de Santa Marta, la calle 17 y la 12 en Barranquilla y la calle 1 de Valledupar entre los años 2015 y 2021.* Universidad Cooperativa de Colombia. Colombia : s.n., 2021.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLE	DIFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Diseño de mezcla	Es un concreto sin revenimiento, que está conformado por agregado grueso, nada o una mínima cantidad de agregado fino, cemento portland, agua y algún tipo de aditivo. La mezcla de estos componentes genera un concreto con gran cantidad de poros de tamaños que varían entre 2 a 8 milímetros permitiendo que el agua se filtre con gran facilidad mediante dicha estructura (Cárdenas et al., 2017).	Se evaluará partiendo del diseño de mezcla y verificar sus propiedades en estado fresco y endurecido a diferentes edades de curado.	Componentes de concreto drenante	Agregado grueso	Razón
				Contenido de vacíos	
				Relación agua/cemento	
				Cemento	
				Agua	
			Aditivo	Razón	
			Propiedades en estado fresco		Asentamiento
Propiedades en estado endurecido	Resistencia a compresión	Razón			
	Permeabilidad				

Anexo 02: Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p style="text-align: center;">Problema general</p> <p>¿Cómo realizar la propuesta del diseño de mezclas para un pavimento drenante, Huaraz 2023?</p> <p style="text-align: center;">Problemas específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cuáles son las propiedades de los componentes para el diseño de mezcla para concreto drenante, Huaraz 2023? 2. ¿Cuáles son las proporciones de los componentes del concreto drenante Huaraz 2023? 3. ¿Cuáles son las propiedades del concreto drenante en estado fresco Huaraz 2023? 4. ¿Cuáles son las propiedades del concreto drenante en estado endurecido Huaraz 2023? 5. ¿Cuál es costo unitario de la propuesta del pavimento drenante, Huaraz 2023? 	<p style="text-align: center;">Objetivo general</p> <p>Realizar la propuesta de diseño de mezcla para un pavimento drenante, Huaraz – Perú – 2023.</p> <p style="text-align: center;">Objetivos específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar las propiedades de los componentes para el diseño de mezcla para concreto drenante, Huaraz 2023. 2. Determinar las proporciones de los componentes del concreto drenante Huaraz 2023. 3. Determinar las propiedades del concreto drenante en estado fresco Huaraz 2023. 4. Determinar las propiedades del concreto drenante en estado endurecido Huaraz 2023. 5. Analizar los costos unitarios de la propuesta del pavimento drenante, Huaraz 2023. 	<p style="text-align: center;">Diseño de mezcla</p>	<p style="text-align: center;">Tipo de investigación</p> <p style="text-align: center;">De tipo aplicada.</p> <p style="text-align: center;">Diseño de investigación</p> <p style="text-align: center;">De diseño experimental puro.</p> <p style="text-align: center;">Población y muestra</p> <p>La población de estudio estuvo conformada por 18 probetas cilíndricas y 4 probetas rectangulares 25cm x 30cm x 100cm.</p>

INFORME DE OPINION SOBRE INSTRUMENTO DE DESARROLLO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: **BARRETO PALMA JOHN**
 Institución donde labora : **UNASAM**
 Especialidad : **Docente en el Area de Geotecnia**
 Nombre de la Tesis : **"Propuesta de Diseño de Pavimento Drenante Huaraz - Perú-2023"**
 Instrumentos de Evaluación : **"Diseño de Mezcla", "Ensayo del Cono de Abrams", "Resistencia a la Compresión" y "Prueba de Permeabilidad".**
 Autores del instrumento : **Alva Rojas Guido Wilson y Herrera Cerquen Alejandro**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRIETRIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.			X		
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la "Propuesta de Diseño de Pavimento Drenante Huaraz Peru 2023"					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función al problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos y variable de estudio: "Pavimento Drenante".				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión del "Pavimento Drenante".					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

PROMEDIO DE VALORACIÓN

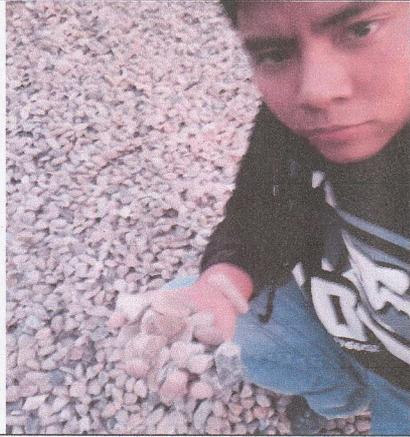
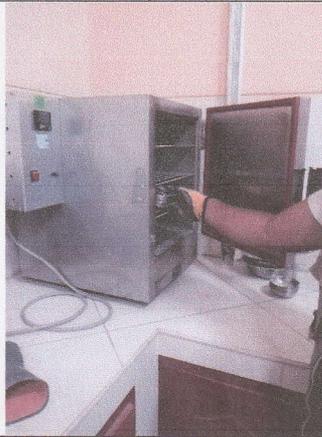
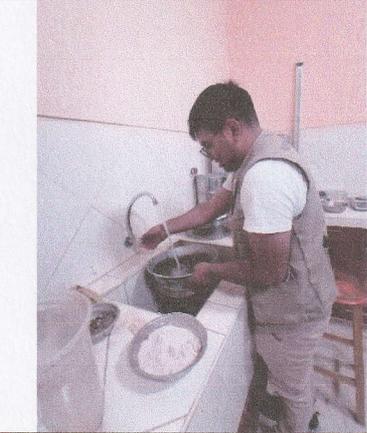
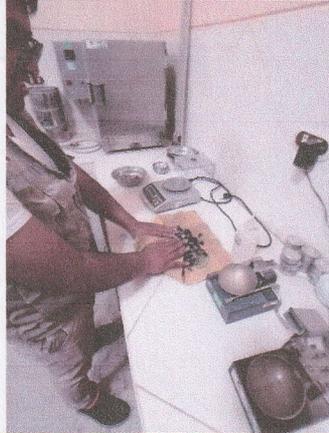
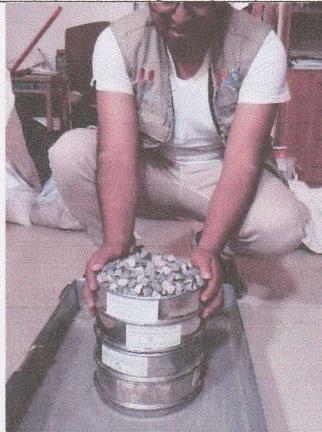
45

Independencia, 28 de junio del 2023


JOHN FRAYLUIS BARRETO PALMA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. OP N° 47285
 Maestría en Ingeniería
 Estructural y Geotécnica



Anexo 4; Ensayo al agregado grueso.

<p>1. Muestra de Cantera</p>	<p>2. Cuarteo de muestra</p>	<p>3. Colocación en horno a temperatura de 110 ± 5 C por 24 hrs.</p>
		
<p>4. Lavamos y saturamos la muestra</p>	<p>5. Secamos la muestra saturada</p>	<p>6. Pesamos la muestra saturada superficialmente seca</p>
		
<p>7. Pesamos muestra sumergida</p>	<p>8. Se coloca la muestra al horno para obtener el peso seco</p>	<p>9. Tamizaje para determinación de porcentajes que pasa.</p>
		

43
 JOHN FRAYLIS BARRETO PALMA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 47285
 Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica





DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

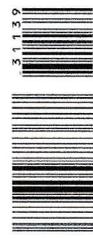
ACI 211

OBRA: PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO DRENANTE, HUARAZ-PERU 2023

SOLICITANTE: ALVA ROJAS GUIDO WILSON Y HERRERA CERQUEN ALEJANDRO
LUGAR: HUARAZ-PERU-ANCASH

CANTERA: RIO SANTA - TACLLAN
UBIC. CANTERA: RIO SANTA - TACLLAN
FECHA: 23/01/2023

N° 2023-1139



f_c de diseño :

DATOS TECNICOS:

210 Kg/cm²

AGREGADO FINO

Módulo de finura:	0.00	Peso específico (Ton/m ³):	0.00
Contenido de Humedad(%):	0	Peso Seco Suelto (Kg/m ³):	0
Absorción(%):	0.00	Peso seco Compactado(Kg/m ³):	0

AGREGADO GRUESO:

Contenido de Humedad(%):	5.09	Peso específico (Ton/m ³):	2.95
Absorción(%):	1.18	Peso Seco Suelto (Kg/m ³):	1486
		Peso seco Compactado(Kg/m ³):	1499

VALORES DE DISEÑO

Resistencia a la compresión(Kg/cm ²):	210	Peso específico cemento (Tipo I):	3.13
Tamaño Máximo nominal (Pulg):	3/4"	Revenimiento(pulg):	1" a 2"
Agua de mezclado (Lts) :	190	Aire atrapado (%):	2.00
Relación a/c :	0.53	Volumen de agregado grueso:	0.66

CANTIDAD DE MATERIALES POR M3 DE CONCRETO

MATERIAL	KG/M3	DOSIFICACION		
Cemento:	358.00	0.238	m3	8.42 Bolsas/m3
Arena:	0.00	0.000	m3	
Piedra:	1040.00	0.659	m3	
Agua:	151.32	0.151	m3	

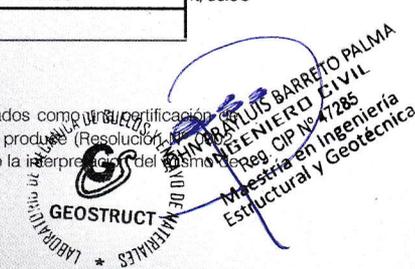
PROPORCIONES

MATERIAL	PESO	VOLUMEN
Cemento	1	1
Arena	0.00	0.00
Piedra	2.91	2.79
Agua	0.42	17.96
SIKA RAPID 5		0.5

lt/saco

OBSERVACION:

Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución 98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.





OBRA: PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO DRENANTE, HUARAZ-PERU 2023

SOLICITANTE: ALVA ROJAS GUIDO WILSON Y HERRERA CERQUEN ALEJANDRO
LUGAR: HUARAZ-PERU-ANCASH

CANTERA: RIO SANTA - TACLLAN
UBIC. CANTERA: RIO SANTA - TACLLAN
FECHA: 23/01/2023

N° 2023-1139

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM C 566 (NTP 339.185)

AGREGADO: GRUESO

Muestra	M-01	
	2	4
Recipiente N°	2	4
Peso Húmedo + Recipiente (gr)	151.50	152.60
Peso Seco + Recipiente (gr)	145.87	146.00
Peso recipiente	25.60	25.70
Peso del agua (gr)	5.63	6.60
Peso Suelo Seco (gr)	120.27	120.30
Contenido de Humedad (%)	4.68	5.49
Humedad Promedio (%)	5.09	





OBRA: PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO DRENANTE, HUARAZ-PERU 2023

SOLICITANTE: ALVA ROJAS GUIDO WILSON Y HERRERA CERQUEN ALEJANDRO
LUGAR: HUARAZ-PERU-ANCASH

CANTERA: RIO SANTA - TACLLAN
UBIC. CANTERA: RIO SANTA - TACLLAN
FECHA: 23/01/2023

N° 2023-1139

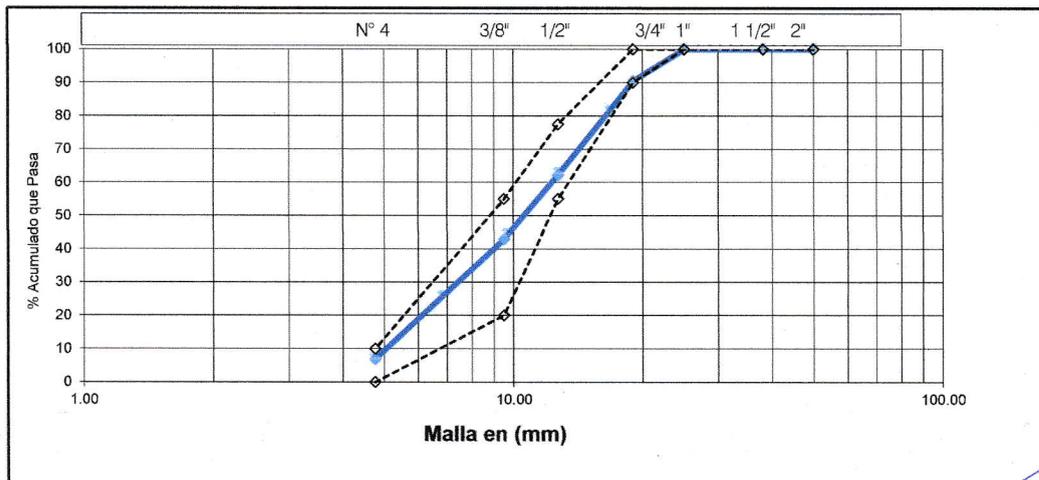
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM C136 (NTP 400.012)

PESO INICIAL SECO : 2550.00 grs
PESO LAVADO SECO: 2371.10 grs

AGREGADO: GRUESO
% Pasa N° 4 : 7.02
Peso Retenido 2" (gr): 0.00

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	240.20	9.42	9.42	90.58
1/2"	12.700	720.20	28.24	37.66	62.34
3/8"	9.500	490.30	19.23	56.89	43.11
N° 4	4.760	920.40	36.09	92.98	7.02

2371.10

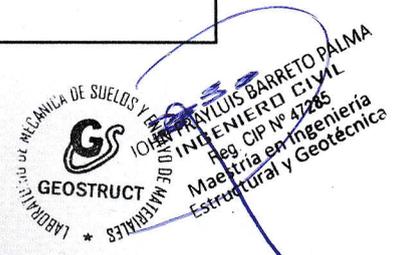


Módulo de finura : 1.59

OBSERVACION: El agregado grueso esta compuesto por piedra chancada



2401016015198071





OBRA: PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO DRENANTE, HUARAZ-PERU 2023

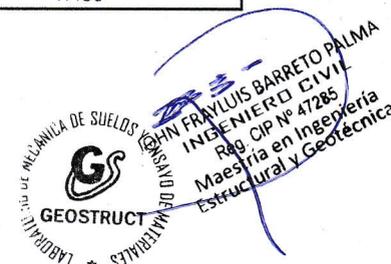
SOLICITANTE: ALVA ROJAS GUIDO WILSON Y HERRERA CERQUEN ALEJANDRO
LUGAR: HUARAZ-PERU-ANCASH

CANTERA: RIO SANTA - TACLLAN
UBIC. CANTERA: RIO SANTA - TACLLAN
FECHA: 23/01/2023

N° 2023-1139

PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO
ASTM C29 (NTP 400.017)

TIPO DE PESO UNITARIO MUESTRA N°	Peso Unitario Suelto			Peso Unitario Compactado		
	1	2	3	1	2	3
Peso Material + Molde	9900.00	9800.00	9870.00	9870.00	9875.00	9910.00
Peso del Molde	6700.00	6700.00	6700.00	6700.00	6700.00	6700.00
Peso del Material	3200.00	3100.00	3170.00	3170.00	3175.00	3210.00
Volumen del Molde	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00
Peso Unitario(Ton/m3)	1.507	1.46	1.492	1.492	1.495	1.511
Peso Unitario Promedio (Ton/m3)	1.486			1.499		





OBRA: PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO DRENANTE, HUARAZ-PERU 2023

SOLICITANTE: ALVA ROJAS GUIDO WILSON Y HERRERA CERQUEN ALEJANDRO
LUGAR: HUARAZ-PERU-ANCASH

CANTERA: RIO SANTA - TACLLAN
UBIC. CANTERA: RIO SANTA - TACLLAN
FECHA: 23/01/2023

N° 2023-1139

PESO ESPECIFICO
ASTM C127-C128 (NTP 400.021-400.022)

AGREGADO	FINO	GRUESO
Tamaño Maximo de la muestra	Malla N° 4	3/4"
Tipo de Frasco Utilizado	Fiola 500 ml	Prob. 1000 ml
Peso Frasco+ Agua	0.00	1682.50
Peso Material Sup Seca al aire	0.00	500.00
Peso Material Saturado+ Agua +Frasco	0.00	2182.50
Peso Global con desp. de Volumen	0.00	2013.00
Peso Vol. Masa + Vol Vacios	0.00	169.50
Peso Especifico	0.00	2.95

PORCENTAJE DE ABSORCION
ASTM C127-C128 (NTP 400.021-400.022)

AGREGADO	FINO	GRUESO
N° Recipiente	2	6
Peso Recipiente + Material Sup. Seca en Aire	0.00	193.52
Peso Recip. + Material Secado en Estufa	0.00	191.57
Peso del Agua	0.00	1.95
Peso del Recipiente	0.00	26.20
Peso Material Secado en estufa	0.00	165.37
Porcentaje de absorción	0.00	1.18



2101016015198071



Anexo 5: Fichas técnicas de cementos comerciales



FICHA TÉCNICA CEMENTO SOL

DESCRIPCIÓN:

Tipo I, Cemento Portland de uso general.

BENEFICIOS:

- > Acelerado desarrollo de resistencias iniciales.
- > Óptima trabajabilidad.
- > Permite menor tiempo de desencofrado.
- > Excelente desarrollo de resistencias en shotcrete.
- > Excelente permanencia del slump.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

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

APLICACIONES:

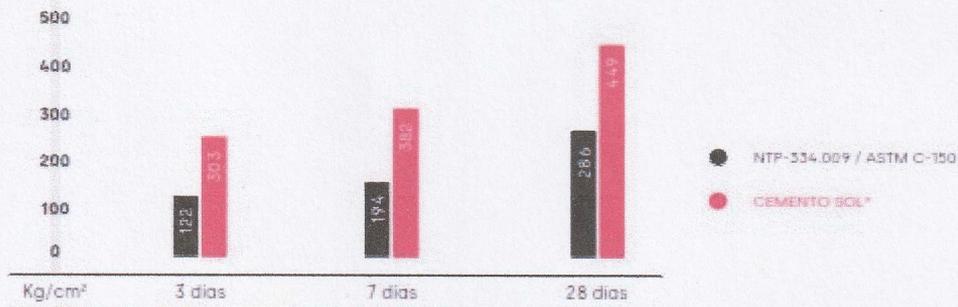
- > Construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requieren características especiales o no especifica otro tipo de cemento.
- > Preparación de concretos para cimientos, sobrecimientos, zapatas, vigas, columnas y techado.

FORMATO DE DISTRIBUCIÓN:

- > Bolsas de 42.5 kg: 03 pliegos (02 de papel + 01 film plástico).
- > Bolsas de 25 kg: 03 pliegos (02 de papel + 01 film plástico).
- > Granel: A despacharse en camiones bombonas y big bags.

REQUISITOS MECÁNICOS:

COMPARACIÓN RESISTENCIAS NTP-334.009 / ASTM C-150 VS. CEMENTO SOL



* Valores referenciales

43
JOHN FRAYLIS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CP N° 47285
Maestría en Ingeniería
Estructural y Geotécnica



PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

PARÁMETRO	UNIDAD	CEMENTO SOL	REQUISITOS NTP-334.009/ ASTM C-150
Contenido de aire	%	7	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie específica	m ² /kg	323	Mínimo 200
Densidad	g/cm ³	3.13	No específica
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	303	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	382	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	449	Mínimo 285 (*)
TIEMPO DE FRAGUADO			
Fraguado Vicat inicial	min	129	45 a 375
COMPOSICIÓN QUÍMICA			
MgO	%	2.9	Máximo 6.0
SO ₃	%	2.8	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	2.2	Máximo 3.5
Residuo insoluble	%	0.9	Máximo 1.5
FASES MINERALÓGICAS			
C2S	%	12	No específica
C3S	%	55	No específica
C3A	%	10	No específica
C4AF	%	10	No específica

(*) Requisito opcional

RECOMENDACIONES GENERALES

DOSIFICACIÓN:

- > Utilizar agua, arena y piedra libre de impurezas.
- > Respetar la relación agua-cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- > Para desarrollar la resistencia a la compresión del concreto y evitar grietas, se necesita curar por lo menos durante 7 días.

MANIPULACIÓN:

- > Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- > Usar la vestimenta y epp adecuados: casco, protectores para los ojos, guantes y botas.
- > El contacto con la humedad o con el polvo de cemento sin protección puede causar irritación o daño en la piel.

ALMACENAMIENTO:

- > Las bolsas con cemento deben ser almacenadas en recintos secos, protegidos de la intemperie, lluvia y humedad.
- > Las bolsas deben ser colocadas sobre parihuelas de madera seca, en áreas niveladas y estables. Posteriormente cubrir las con mantas de plástico.
- > Apilar como máximo 10 bolsas de cemento y evitar tiempos prolongados de almacenamiento.


JOHN FRAYLUS BARRETO PALMA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CP N° 47285
 Maestría en Ingeniería
 Estructural y Geotécnica




www.unacem.pe

 **UNACEM**



FICHA TÉCNICA CEMENTO ANDINO PREMIUM

DESCRIPCIÓN:

Tipo I, Cemento Portland de uso general.

BENEFICIOS:

- > Excelente Trabajabilidad.
- > Acabado perfecto.
- > Alta resistencia a mediano y largo plazo.
- > Alta durabilidad.
- > Alto desempeño.
- > Bajo contenido de álcalis.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

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

APLICACIONES:

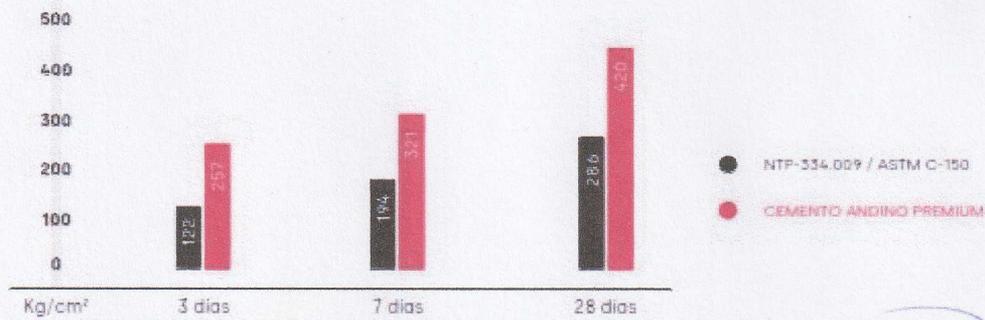
- > Para estructuras sólidas de acabados perfectos.
- > Construcciones en general de gran envergadura.

FORMATO DE DISTRIBUCIÓN:

- > Bolsas de 42.5 kg: 03 pliegos (02 de papel + 01 film plástico).
- > Granel: A despacharse en camiones bombonas y big bags.

REQUISITOS MECÁNICOS:

COMPARACIÓN RESISTENCIAS NTP-334.009 / ASTM C-150 VS. CEMENTO ANDINO PREMIUM.



43
JOHN FRAYLIS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
REG. OP. N° 47285
Maestría en Ingeniería
Estructural y Geotécnica



PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

PARÁMETRO	UNIDAD	CEMENTO ANDINO PREMIUM	REQUISITOS NTP-334.009/ ASTM C-150
Contenido de aire	%	0	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.03	Máximo 0.80
Superficie específica	m ² /kg	386	Mínimo 260
Densidad	g/cm ³	3.18	No específica
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	257	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	321	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	420	Mínimo 286
TIEMPO DE FRAGUADO			
Fraguado Vicat inicial	min	122	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	285	Máximo 375
COMPOSICIÓN QUÍMICA			
MgO	%	1.6	Máximo 0.0
SO ₃	%	2.6	Máximo 3.0
Pérdida al fuego	%	1.2	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.5	Máximo 1.5
FASES MINERALÓGICAS			
C3S	%	55	No específica
C2S	%	10	No específica
C3A	%	7	No específica
C4AF	%	10	No específica
ÁLCALIS EQUIVALENTES			
Contenido de álcalis equivalentes	%	0.53	Máximo 0.60*

*Requisito opcional

RECOMENDACIONES GENERALES

DOSIFICACIÓN:

- > Utilizar agua, arena y piedra libre de impurezas.
- > Respetar la relación agua-cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- > Para desarrollar la resistencia a la compresión del concreto y evitar grietas, se necesita curar por lo menos durante 7 días.

MANIPULACIÓN:

- > Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- > Usar la vestimenta y epp adecuados: casco, protectores para los ojos, guantes y botas.
- > El contacto con la humedad o con el polvo de cemento sin protección puede causar irritación o daño en la piel.

ALMACENAMIENTO:

- > Las bolsas con cemento deben ser almacenadas en recintos secos, protegidos de la intemperie, lluvia y humedad.
- > Las bolsas deben ser colocadas sobre parihuelas de madera seca, en áreas niveladas y estables. Posteriormente cubrir las con mantas de plástico.
- > Apilar como máximo 10 bolsas de cemento y evitar tiempos prolongados de almacenamiento.

43
JOHN FRAYLUS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CP N° 47285
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica



unacem.com.pe

 **UNACEM**



FICHA TÉCNICA CEMENTO APU

DESCRIPCIÓN:

Tipo GU, Cemento hidráulico de uso general.

BENEFICIOS:

- > Óptimos resultados en desarrollo de resistencias.
- > Buena trabajabilidad y acabado.
- > Permite menor tiempo de desencofrado.
- > Ofrece un buen acabado en el tarrajeo.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

- > Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.082 y la Norma Técnica Americana ASTM C-1157.

APLICACIONES:

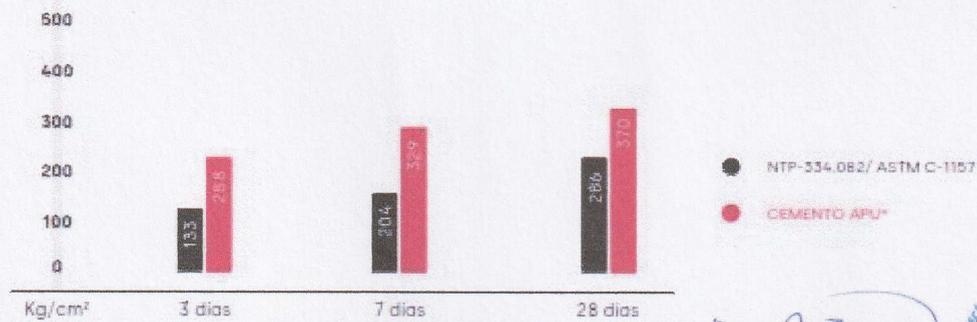
- > Para todo tipo de obras que no tengan requerimientos especiales de algún tipo de cemento.
- > Muros de contención, suelos de cemento.
- > Elaboración de concreto simple y armado.

FORMATO DE DISTRIBUCIÓN:

- > Bolsas de 42.5 kg: 03 pliegos (02 de papel + 01 film plástico).
- > Granel: A despacharse en camiones bombonas y big bags.

REQUISITOS MECÁNICOS:

COMPARACIÓN RESISTENCIAS NTP-334.082 / ASTM C-1157 VS. CEMENTO APU



* Valores referenciales

43
JOHN FRAYLIS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. O.P. N° 47285
Maestría en Ingeniería
Estructural y Geotécnica



PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

PARÁMETRO	UNIDAD	CEMENTO APU	REQUISITOS NTP-334.082 / ASTM C-1157
Contenido de aire	%	4	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.06	Máximo 0.80
Superficie específica	m ² /kg	371	No específica
Densidad	g/cm ³	3.05	No específica
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	288	Mínimo 133
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	329	Mínimo 204
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	370	Mínimo 285
TIEMPO DE FRAGUADO			
Fraguada Vicat inicial	min	128	45 a 420
BARRAS CURADAS EN AGUA			
Expansión a 14 días	%	0.011	Máximo 0.020

RECOMENDACIONES GENERALES

RECOMENDACIONES DE USO:

- > Utilizar agua, arena y piedra libre de impurezas.
- > Respetar la relación agua-cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- > Para desarrollar la resistencia a la compresión del concreto y evitar grietas, se necesita curar por lo menos durante 7 días.

MANIPULACIÓN:

- > Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- > Usar la vestimenta y epp adecuados: casco, protectores para los ojos, guantes y botas.
- > El contacto con la humedad o con el polvo de cemento sin protección puede causar irritación o daño en la piel.

ALMACENAMIENTO:

- > Las bolsas con cemento deben ser almacenadas en recintos secos, protegidos de la intemperie, lluvia y humedad.
- > Las bolsas deben ser colocadas sobre parrillas de madera seca, en áreas niveladas y estables. Posteriormente cubrir las con mantas de plástico.
- > Apilar como máximo 10 bolsas de cemento y evitar tiempos prolongados de almacenamiento.

43
JOHN FRAYLUS BARRÉTO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CP Nº 43285
Maestría en Ingeniería
Estructural y Geotécnica



CEMENTO PORTLAND TIPO I

Cemento Inka Ultra Resistente Tipo I es un cemento Portland que se obtiene de la molienda de un exclusivo clinker y componentes que otorgan la propiedad de un óptimo desarrollo de resistencias iniciales y en el tiempo.

BENEFICIOS PRINCIPALES



Alta Resistencia a la Compresión inicial y en el tiempo.



Menor tiempo de Fraguado, posibilitando mayor rapidez en la construcción.



PRESENTACIÓN



Bolsas de 42.5 Kg



Big bag de 1.5 TM y granel (bombonas)

CEMENTO TI

Mayor rendimiento. Debido a la calidad del clinker, se obtiene un cemento con altas resistencias iniciales y desarrollo en el tiempo, con el cual se puede optimizar el consumo.

Menores costos. Debido a su mayor rendimiento se puede optimizar en costos en los diseños de concretos.

Menor tiempo de desencofrado. Su alta resistencia a edades iniciales y en el tiempo permite este beneficio de acuerdo al diseño de concreto establecido y con ello la posibilidad de optimizar tiempo en la construcción.

APLICACIÓN

Diseñado para todo tipo de Obras, especialmente obras de concreto estructural: vigas, columnas, muros, losas, cimentaciones de edificios, industrias, minería, infraestructura vial, construcción de viviendas, reparaciones y cualquier uso o elemento de concreto que no requiera características especiales.

ALMACENAMIENTO



Almacenar en un lugar limpio, cerrado y libre de humedad en pisos y paredes. Apilamiento máximo de 10 sacos.



No colocar las bolsas directo al suelo, usar parhuelas o algo de uso similar.

TEL: (01) 6000 800 ANEXO: 125
CENTEL: 848 828 840

SUB LOTE 2C CAJAMARQUILLA
LURIGANCHO - CHOSICA, LIMA.

/CementoInkaPeru
cementoinka.com.pe

CEMENTO



43
JOHN FRAYLUS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
REG. O.P. N° 47285
Maestría en Ingeniería
Estructural y Geotécnica



RECOMENDACIONES

-  Usar agua y agregados libres de impurezas, sin modificar la dosificación de materiales o mayor consumo de agua que indica el diseño.
-  Si la mezcla es manual, realizar sobre superficie limpia y no absorbente.
-  Para evitar grietas, mantener curada la superficie por lo menos 7 días.
-  Utilizar métodos de curado empleados en las buenas prácticas de construcción.
-  La proporción correcta de los agregados cemento y agua, dará la resistencia buscada.
-  Proteger la superficie del concreto de pisos y losas de las condiciones ambientales extremas.

SEGURIDAD

Antes de la manipulación del producto, se recomienda utilizar guantes, botas y lentes de seguridad. En caso de contacto con los ojos lavar con abundante agua, para mayor información revisar la hoja de seguridad del producto.

MEDIO AMBIENTE

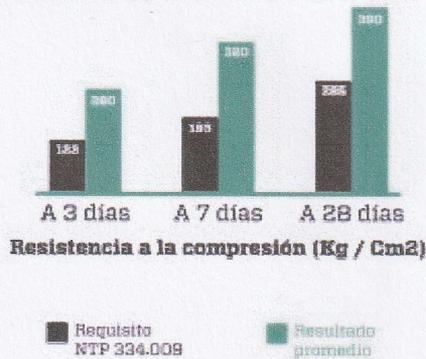
Cuida la Naturaleza, recicla y realiza la disposición correcta de envases.

Fraguado Inicial y Final



Tiempo de fraguado (min)

Resistencia a la compresión



Resistencia a la compresión (Kg / Cm²)

Cemento Portland tipo I Requisitos Normalizados NTP 334.009 / ASTM C150

Análisis químico	Valor	Unidad	NTP 334.009 ASTM C - 150
Óxido de Magnesio (MgO)	1.2	%	Máx. 6.0
Trisóxido de Azufre (SO ₃)	3.1	%	Máx. 3.5
Pérdida por Ignición	3.2	%	Máx. 3.5
Residuo Insoluble	1.2	%	Máx. 1.5

Ensayos físicos

Densidad Le Chatelier	3.09	g/cm ³	-
Contenido de aire mortero	6	% Vol	Máx. 12
Fibra Elaine	476	m ² /Kg	Mín. 260
Expansión en Autoclave	0.09	%	Máx. 0.80

Tiempo de fraguado

Inicial	108 minutos	Mín. 45
Final	311 minutos	Máx. 375

Resistencia a la compresión

3 días	26 Mpa (260) (kg/cm ²)	Mín. 12 (Mín. 122)
7 días	32 Mpa (320) (kg/cm ²)	Mín. 19 (Mín. 193)
28 días	38 Mpa (380) (kg/cm ²)	Mín. 28 (Mín. 284)

Conforme a normas técnicas:
NTP 334.009 / ASTM C-150



Certificados en
ISO 9001:2015



Certificados en
ISO 14001:2015



Certificados en
ISO 45001:2018



CEMENTO



43
JOHN FRAYLIS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 47285
Maestría en Ingeniería
Estructural y Geotécnica





HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

SikaRapid®-5

ACELERANTE DE FRAGUADOS SIN CLORUROS

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaRapid®-5 es un aditivo acelerador de fraguado y endurecimiento para concretos y morteros exento de cloruros. Actúa aumentando la velocidad de hidratación y las reacciones químicas de los constituyentes del cemento. Acelera el desarrollo de las resistencias mecánicas iniciales aumentando las resistencias finales.

USOS

- En pastas, para el sellado de perforaciones en las faenas de sondaje, el tapado de grietas con o sin filtraciones de agua.
- En morteros de fraguado y endurecimiento rápido, albañilerías, nivelación de pisos, obstrucción de grietas y otros.
- En concretos: donde se requiera alcanzar elevadas resistencias mecánicas en corto tiempo, ya sea para una pronta puesta en servicio o disminución de los tiempos de desencofrado.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Vaciado de concreto en climas fríos, obteniendo endurecimiento rápido y reduciendo el tiempo de protección.
- Vaciado de concretos rápidos para cimientos o elementos de concreto expuestos a la acción de aguas subterráneas (napas freáticas).
- Faenas en donde se necesita una rotación del encofrado.
- Reducción de las presiones de los moldes.
- Reparación de pavimentos y pistas de aeropuerto para una rápida puesta en servicio.
- Trabajos marítimos entre dos mareas.
- Obras hidráulicas.
- Para alcantarillado en la construcción o reparación de pozas, cámaras y tuberías.

CERTIFICADOS / NORMAS

Cumple con la norma ASTM C 494 Tipo C.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	<ul style="list-style-type: none"> • Cilindro x 185 L. • IBC x 1000 L.
Apariencia / Color	Incoloro a tonalidad amarillenta
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 ± 0.01 kg/L

INFORMACIÓN TÉCNICA

Recomendaciones Específicas

EDAD	TESTIGO	NORMA ASTM C 494 Tipo C	SikaRapid®-5
3 días	100%	125%	128%
7 días	100%	100%	111%
28 días	100%	100%	110%

Estos resultados corresponden al diseño con cemento tipo I y los agregados huso 57 de Lima. Para otro tipo de cemento y agregado se deberán efectuar las pruebas correspondientes.

FRAGUA	PATRÓN	NORMA ASTM C 494	SikaRapid®-5
Fragua inicial	4h 35'	1:00 hasta 3:30 antes	3h 20'
Fragua final	6h 27'	Mínimo 1h antes	5h 11'

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

Se recomienda realizar ensayos previos para determinar la dosis exacta según el objetivo deseado, considerando el contenido de cemento, la temperatura y el efecto de otros aditivos incluidos en la dosificación. SikaRapid®-5 se agrega diluido en el agua de amasado de la mezcla. También puede añadirse al camión concreto en obra, en este caso, realizar obligatoriamente un amasado suplementario de 1 minuto por metro cúbico de concreto. Antes de su colocación, debe verificarse visualmente la consistencia correcta del concreto. Cuando utilice SikaRapid®-5 deben respetarse las reglas generales para la fabricación y colocación del concreto. Debe prestarse atención especial al curado del concreto, sobre todo a primeras edades y con baja temperatura. Se recomienda que la temperatura de la masa del concreto no sea inferior a 8 °C al momento de colocar el molde o encofrado. Según código ACI 318 para concretos en climas fríos. Después del desencofrado es recomendable curar el concreto con Sika® Antisol® S, especialmente si este trabajo se efectúa cuando las temperaturas son bajas.

Importante

Al almacenar en tiempo prolongado el SikaRapid®-5 puede cambiar de color, lo que no implica una disminución de su efecto.

DOSIFICACIÓN

SikaRapid®-5 es utilizado en un rango del 7 a 28 cm³ por kilogramo de cemento, dependiendo del tiempo que se desee acelerar.

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

Hoja De Datos Del Producto
SikaRapid®-5
Enero 2010, Versión 01.01
001400021000000000

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.

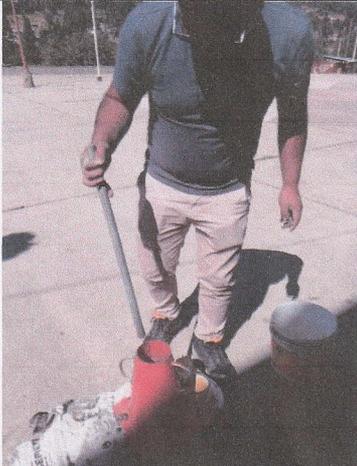
43
JOHN FRAYLUS BARRETO PALMA
INGENIERO CIVIL
Reg. COP. N° 47285
Maestría en Ingeniería
Estructural y Geotécnica



CONSTRUYENDO CONFIANZA



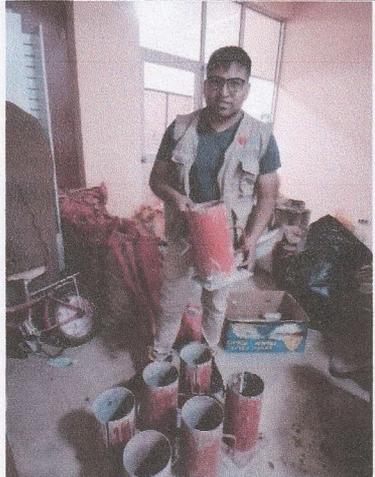
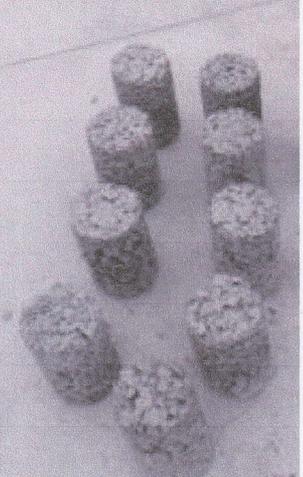
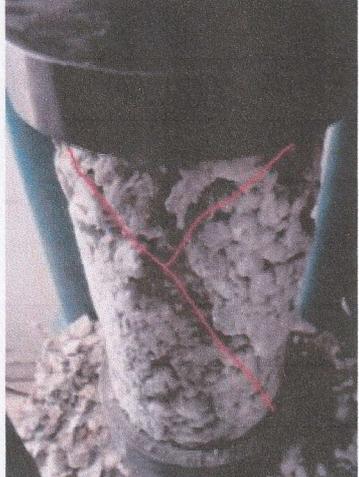
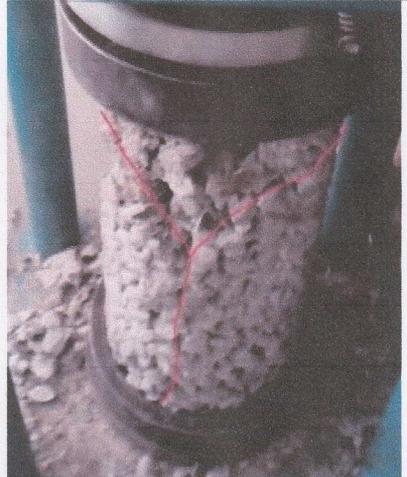
Anexo 7: Ensayo de cono de abrams

1. Humectar el cono de abrams	2. Llenar en tres capas de la misma altura.
	
3. Varillar cada capa	4. Limpieza del concreto antes de retirar el cono
	
5. Retiro del cono para la medición	6. Medición del asentamiento adquirido
	

43
 JOHN FRAYLIS BARRERO PALMA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 47285
 Maestría en Ingeniería
 Estructural y Geotécnica



Anexo 8: Resistencia a la compresión.

<p>1. Probetas cilíndricas</p>	<p>2. Varillado de concreto</p>	<p>3. Desmoldeado de probetas cilíndricas.</p>
		
<p>4. Marcación de probetas para curado</p>	<p>5. Curado en agua a temperatura 16 a 27 C</p>	<p>6. Ruptura de concreto a los 7, 14 y 28 días</p>
		
<p>7. Ruptura cono corte</p>	<p>8. Ruptura corte</p>	<p>9. Ruptura columnar</p>
		

43
 JOHN FRAYLIS BARRETO PALMA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. OP N° 47285
 Maestría en Ingeniería
 Estructural y Geotécnica





ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO
ASTM C39/C39-M

OBRA: PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO DRENANTE, HUARAZ-PERU 2023

SOLICITANTE: ALVA ROJAS GUIDO WILSON Y HERRERA CERQUEN ALEJANDRO

LUGAR: HUARAZ-PERU-ANCASH

FECHA: 28/06/2023

DOSIFICACION:

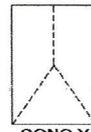
En Peso: --

En Volumen: --

fc de Diseño: 210



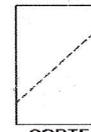
(A)



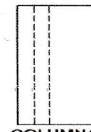
(B)



(C)



(D)



(E)

DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Altura: 30.0 cm 176.7 cm²

Diámetro: 15.0 cm



N° 2023-1222

N°	DESCRIPCION	Diseño Kg/cm ²	Tipo de Rotura	Fecha		Edad Dias	Carga (Kg)	fc (Kg/cm ²)	% fc/fcd
				Moldeo	Rotura				
1	CONCRETO PATRON - CON ADITIVO	210	D	30/05/2023	6/06/2023	7	33120	187	89.05
1	CONCRETO PATRON - CON ADITIVO	210	E	31/05/2023	14/06/2023	14	35520	201	95.71
1	CONCRETO PATRON - CON ADITIVO	210	C	31/05/2023	28/06/2023	28	39520	224	106.67

OBSERVACIONES:

Probetas proporcionada, muestreada e identificada por el solicitante para sus respectivas pruebas. Las muestras se han ensayado con máquina de compresión digital ACCUTEK 250, ELE INTERNACIONAL USA.





ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO
ASTM C39/C39-M

OBRA: PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO DRENANTE, HUARAZ-PERU 2023

SOLICITANTE: ALVA ROJAS GUIDO WILSON Y HERRERA CERQUEN ALEJANDRO

LUGAR: HUARAZ-PERU-ANCASH

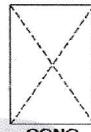
FECHA: 28/06/2023

DOSIFICACION:

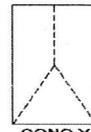
En Peso: --

En Volumen: --

fc de Diseño: 210



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)

DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Altura: 30.0 cm 176.7 cm²

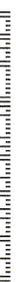
Diámetro: 15.0 cm



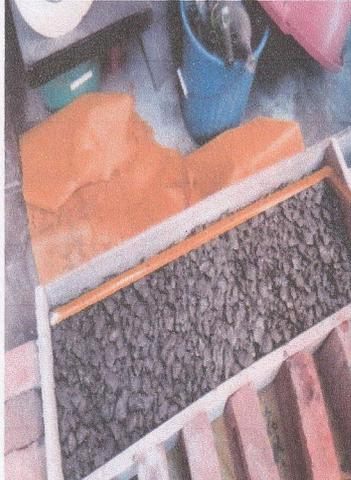
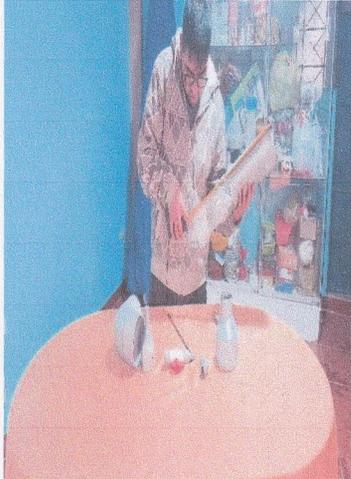
N°	DESCRIPCION	Diseño Kg/cm ²	Tipo de Rotura	Fecha		Edad Dias	Carga (Kg)	fc (Kg/cm ²)	% fc/fcd
				Moldeo	Rotura				
1	CONCRETO PATRON	210	C	30/05/2023	6/06/2023	7	32040	181	86.19
1	CONCRETO PATRON	210	D	31/05/2023	14/06/2023	14	34900	198	94.29
1	CONCRETO PATRON	210	C	31/05/2023	28/06/2023	28	39200	222	105.71

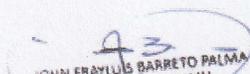
OBSERVACIONES:

Probetas proporcionada, muestreada e identificada por el solicitante para sus respectivas pruebas. Las muestras se han ensayado con máquina de compresión digital ACCUTEK 250, ELE INTERNACIONAL USA.



Anexo 9: Ensayo de permeabilidad.

<p>1. Fabricación de probetas rectangulares</p>	<p>2. Extracción de muestras para ensayo</p>	<p>3. Elaboración de Permeámetro</p>
		
<p>4. Medidas para análisis de filtración</p>	<p>5. Toma de tiempo de filtración</p>	<p>6. Prueba en bloque de funcionalidad</p>
		


JOHN FRAYLUS BARRETO PALMA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 47285
 Maestría en Ingeniería
 Estructural y Geotécnica


 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
GEOSTRUCT

Anexo 10: Tabla salarial capeco 2023



FEDERACIÓN DE TRABAJADORES EN CONSTRUCCIÓN CIVIL DEL PERÚ

Reconocido Oficialmente el 23-08-1962 por Resolución Sub-Direccional N° 16
 Afiliado a la OGTSP - FLEMACION - IUS
 Sede Institucional: Prologación Congallo N° 670 - La Victoria
 Central telefónica: 325 5495 / 201 2370 / 312 2004 Cel. 987 515 433 (sólo llamadas)
 E-mail: secretaria@ftccp.org
 Web: www.ftccp.org

TABLA DE SALARIOS Y BENEFICIOS SOCIALES PARA EL RÉGIMEN DE CONSTRUCCIÓN CIVIL

Expediente N° 077-2023-MTPE/2-14-NC (del 01.06.2022 al 31.05.2023)

OPERARIO				Indemnizac.			Vacaciones			
Jornal Básico	80.50	x	6 días	483.00	Diario	12.08	8.05			
D. S. O.	13.42	x	6 días	80.50	Semanal	72.45	48.30			
BHC 32%	25.76	x	6 días	154.56						
Bonal. Por Movilidad	8.00	x	6 días	48.00						
Total Salarios				766.06	Gratific.	Fiest. Patri.	Fiest. Navid.			
Descuento ONP 1.3%				9.96	Diario	15.23	21.47			
Descuento CONAF 2%				15.32	Semanal	460.00	644			
Pago Neto Semanal				561.44	Total	3320.00	3320.00			
Ley N° 30234, de acuerdo a los gastos del descuento del ONP o ONP 0.1% correspondiente a Cálculo se paga al trabajador										
OFICIAL				Indemnizac.			Vacaciones			
Jornal Básico	63.15	x	6 días	378.90	Diario	9.47	6.32			
D. S. O.	10.53	x	6 días	63.15	Semanal	56.84	37.89			
BHC 30%	18.95	x	6 días	113.67						
Bonal. Por Movilidad	8.00	x	6 días	48.00						
Total Salarios				603.72	Gratific.	Fiest. Patri.	Fiest. Navid.			
Descuento ONP 1.3%				7.85	Diario	12.03	16.84			
Descuento CONAF 2%				12.07	Semanal	340.86	505.7			
Pago Neto Semanal				522.64	Total	2326.00	2326.00			
Ley N° 30234, de acuerdo a los gastos del descuento del ONP o ONP 0.1% correspondiente a Cálculo se paga al trabajador										
PEÓN				Indemnizac.			Vacaciones			
Jornal Básico	56.00	x	6 días	340.00	Diario	8.32	5.68			
D. S. O.	9.47	x	6 días	56.80	Semanal	51.12	34.08			
BHC 30%	17.04	x	6 días	102.24						
Bonal. Por Movilidad	8.00	x	6 días	48.00						
Total Salarios				547.04	Gratific.	Fiest. Patri.	Fiest. Navid.			
Descuento ONP 1.3%				7.11	Diario	10.82	15.15			
Descuento CONAF 2%				10.94	Semanal	324.57	454.4			
Pago Neto Mensual				474.91	Total	2272.00	2272.00			
Ley N° 30234, de acuerdo a los gastos del descuento del ONP o ONP 0.1% correspondiente a Cálculo se paga al trabajador										
ASIGNACIÓN ESCOLAR POR UN HIJO				HORAS EXTRAS						
	Diario	Mensual	Simplex	50%	100%	Indemniza.				
OPERARIO	6.71	201.25	10.06	18.10	20.13	1.31				
OFICIAL	5.26	157.88	7.89	12.43	15.79	1.18				
PEÓN	4.73	142.00	7.10	11.36	14.20	1.07				

43
 JOHN FRAYLIS BARRETO PALMA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. O.P. N° 43285
 Maestro en Ingeniería Estructural y Geotécnica



Anexo 11: Precio del agua potable EPS CHAVIN

ESTRUCTURA TARIFARIA PARA EL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO (RESOLUCION N° 021-2015-SUNASS-CD del 17 de Junio de 2015)

Con reajuste tarifario remanente de 0.86% para agua y 0.85% para alcantarillado - 3er Año regulatorio

Ambito	Categoria	TARIFA DE AGUA POTABLE					Tar.Alc.	
		RANGOS (m3)	Cargo Fijo	S/. por m3	Asig.de cons. (m3/mes)	S/. por m3		
HUARAZ	SOCIAL	1	99999	1,69	0,385	20	0,107	
		1	8	1,69	0,385		0,107	
	DOMESTICO	9	20	1,69	0,767	20	0,215	
		21	99999	1,69	1,487		0,414	
	COMERCIAL	1	30	1,69	1,075	30	0,301	
		31	99999	1,69	2,064		0,576	
	INDUSTRIAL	1	50	1,69	1,118	50	0,312	
		51	99999	1,69	2,221		0,619	
	ESTATAL	1	50	1,69	1,075	45	0,301	
		51	99999	1,69	1,682		0,469	
	AJAJ	SOCIAL	1	9999	1,69	0,442	15	0,099
		DOMESTICO	1	8	1,69	0,442		0,099
9			20	1,69	0,755	15	0,169	
21			99999	1,69	1,266		0,283	
COMERCIAL		1	9999	1,69	1,266	30	0,283	
INDUSTRIAL		1	9999	1,69	1,655	50	0,371	
ESTATAL	1	9999	1,69	1,266	38	0,283		
CHIQUIAN	SOCIAL	1	9999	1,69	0,442	15	0,099	
	DOMESTICO	1	8	1,69	0,442		0,099	
		9	20	1,69	0,755	15	0,169	
		21	99999	1,69	1,266		0,283	
	COMERCIAL	1	9999	1,69	1,266	30	0,283	
	INDUSTRIAL	1	9999	1,69	1,655	50	0,371	
ESTATAL	1	9999	1,69	1,266	38	0,283		
CARAZ	SOCIAL	1	9999	1,69	0,299	20	0,075	
	DOMESTICO	1	8	1,69	0,299		0,075	
		9	20	1,69	0,354	20	0,088	
		21	99999	1,69	0,845		0,214	
	COMERCIAL	1	30	1,69	0,742	30	0,186	
		31	99999	1,69	1,548		0,390	
	INDUSTRIAL	1	99999	1,69	1,141	50	0,288	
ESTATAL	1	100	1,69	0,600	95	0,151		
	101	99999	1,69	1,065		0,268		


 JOHN FRAYLUS BARRETO PALMA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CP N° 47285
 Maestría en Ingeniería
 Estructural y Geotécnica





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MARIN CUBAS PERCY LETHELIER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO DRENANTE, HUARAZ - PERÚ - 2023", cuyos autores son ALVA ROJAS GUIDO WILSON, HERRERA CERQUEN ALEJANDRO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

HUARAZ, 14 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MARIN CUBAS PERCY LETHELIER DNI: 26692689 ORCID: 0000-0001-5232-2499	Firmado electrónicamente por: PLMARINC el 16-07- 2023 18:18:15

Código documento Trilce: TRI - 0591789