



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Título de la Tesis

Adición del tereftalato para el diseño de pavimento rígido $f^c=210\text{kg/cm}^2$
en la avenida Avelino Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR(ES):

Galindo Salinas, Enrique Estanislao (ORCID: 0000-0003-1175-015x)

Ricse Chancasanan, Stalin Romel (ORCID: 0000-0003-4765-301X)

ASESOR(A):

Mg. Diaz Huiza, Luis Humberto (ORCID: 0000-0003-104-5008)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA- PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios y mis padres:

Por brindarme su apoyo incondicional, formando de mí una persona humilde. A ustedes les debo todo y una vez más por ayudarme llegar hasta esta etapa de mi educación universitaria. Gracias Padre y Madre.

Agradecimiento

Agradezco primero a Dios por guiarme siempre, así mismo a mis padres por el apoyo en toda mi etapa de estudio y me ayudaron a cumplir mis objetivos en esta vida. Gracias por el amor que me brindan y darme buenos consejos.

A la universidad Cesar Vallejo:

Por acogerme como hogar de estudio, brindándome buenos maestros que me compartieron sus conocimientos en las aulas de la de la UCV.

Índice de contenidos

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	MARCO TEÓRICO	7
III.	METODOLOGÍA	32
	3.1. Tipo y diseño de investigación	32
	3.2. Variables y Operacionalización	32
	3.3. Población	32
	3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	35
	3.5. Procedimientos	39
	3.6. Método de análisis de datos	40
	3.7. Aspectos éticos	41
IV.	RESULTADOS	42
V.	DISCUSIÓN	64
VI.	CONCLUSIONES	66
VII.	RECOMENDACIÓN	68

Índice de tablas

- Tabla 1: Resumen de los plásticos más comunes y sus usos.
- Tabla 2: Numero de calicatas y exploración de suelos.
- Tabla 3: Clasificación de suelos AASHTO
- Tabla 4: Sistema unificado de clasificación de suelos SUCS
- Tabla 5: Propiedades físicas del cemento.
- Tabla 6: Límites permisibles máximo del agua.
- Tabla 7: Módulo de Ruptura Recomendado por ASTM.
- Tabla 8: Población y muestras de probetas.
- Tabla 9: Población y muestras de vigas.
- Tabla 10: Formato de granulometría para los agregados finos.
- Tabla 11: Formato para el contenido de humedad.
- Tabla 12: Formatos densidad suelta y compactada de los agregados.
- Tabla 13: Formato para el peso específico y absorción.
- Tabla 14: Datos de los ensayos para el diseño de concreto.
- Tabla 15: Dosificación del concreto patrón por m³.
- Tabla 16: Dosificación con el 10 % de tereftalato.
- Tabla 17: Dosificación con el 20%.
- Tabla 18: Dosificación con el 30 %.
- Tabla 19: Promedio de los resultados a compresión 28 días.
- Tabla 20: Lecturas promedio del ensayo a flexión de vigas.
- Tabla 21: Medidas de slump del concreto con 10% de tereftalato.
- Tabla 22: Lecturas de resistencia a compresión de las probetas.
- Tabla 23: Lecturas de resistencia a flexión de vigas.
- Tabla 23: Estimación por metro cubico del concreto normal y con plástico.

Índice gráficos y figuras

- Figura 1* :Deterioro de la Avenida Andrés Cáceres en Huaycán.
- Figura 2* :Reciclado de botellas (PET).
- Figura 3*: Estructura química del PET
- Figura 4*: *Agregado de tereftalato de polietileno*
- Figura 5*: *Densidad vs porcentaje de PET*
- Figura 6* Reciclaje manual en el distrito de Ate.
- Figura 7*: Asentamiento del concreto.
- Figura 8*: Ejemplo de esfuerzo a compresión.
- Figura 10*: Limite elástico
- Figura 11*: Gráfica de esfuerzo y deformación.
- Figura 12*: Índice de plasticidad SUCS.
- Figura 13*: Capas de un Pavimento rígido.
- Figura 14*: Juntas en pavimentos rígidos.
- Figura 15*: Componentes del concreto.
- Figura 16*: Tramo de la Avenida Andrés Avelino Cáceres Google Maps.
- Figura 17*: Curva granulométrica.
- Figura 18*: Representación esquemática del procedimiento de la investigación.
- Figura 19*: Grafico de barras de los resultados a compresión.
- Figura 20*: Grafico de barras de resultados a flexión.
- Figura 21*: Datos estadísticos en minitab.
- Fihgura 22*: Datos de pueba de hipótesis.
- Figura 23*: Curva de distribución normal en probetas.
- Figura 24*: Datos estadísticos en minitab.
- Figura 25*: Pruebas estadísticos en minitab.
- Figura 26*: Datos estadísticos en minitab.

Figura 27: Pruebas estadísticas en minitab.

Figura 28: Curva de distribución normal para vigas.

Figura 29: Datos estadísticos en minitab.

Figura 30: Prueba estadística de la hipótesis.

Figura 31: Curva de distribución normal de precios.

Resumen

El presente informe de investigación, titulado “Adición del tereftalato para el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Avelino Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020”, se fundamenta en adicionar plástico tereftalato al diseño de concreto con el objetivo de mejorar sus propiedades físicas y mecánicas de un pavimento rígido. De tal manera se realizó los ensayos correspondientes a los agregados para determinar sus valores, módulo de fineza, contenido de humedad, absorción según la norma NTP 339.034.

Es así que poniendo nuestros conocimientos previos se realizó el diseño de concreto con adición de tereftalato remplazando en relación al agregado fino en un 10 %,20%y 30%. teniendo una mejora en las propiedades mecánicas aumentando significativamente la resistencia en el 20 %.

Palabras claves: Propiedades físicas y mecánicas, del concreto, material de Tereftalato.

Abstract

This research report, entitled "Addition of terephthalate for the design of rigid pavement $f'c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$ in Avelino Cáceres Avenue Zone F Huaycán Ate, 2020", is based on adding terephthalate plastic to the concrete design with the objective to improve the physical and mechanical properties of a rigid pavement. In this way, the tests corresponding to the aggregates were carried out to determine their values, fineness modulus, moisture content, absorption according to the NTP 339.034 standard.

Thus, using our previous knowledge, the design of concrete with the addition of terephthalate was carried out, replacing in relation to the fine aggregate by 10%, 20% and 30%. having an improvement in mechanical properties significantly improve strength.

Keywords: Physical and mechanical properties of concrete, Terephthalate materia

I.INTRODUCCIÓN

En el presente, se encuentra una gran dificultad que generaliza a todo el mundo y el motivo fundamental es el aumento excesivo de los Desperdicios Sólidos Urbanos y los Desperdicios Sólidos Plásticos que progresivamente está deteriorando el medio ambiente, de tal manera que existen toneladas de plástico en los mares. Siendo 8 millones de toneladas que están acumulados flotando en el pacífico y llegando hasta las costas. Una cantidad preocupante que se debe reducir, ya que el tereftalato de polietileno demora en desintegrarse en el lapso de 100 y 700 años, como también obedece al grosor del plástico (Meza, 2017, p.17).

La responsabilidad con el habitat debe ser lo más apresurado factible ya que los recursos naturales se están agotando, y una de las posibilidades de salvación es reutilizar y regenerar los plásticos, para darle mejor aprovechamiento porque son estos productos los que de forma desmesurada están en las ciudades, océanos y otros. Conforme con la entidad del plástico mencionado por (Alejandro et al., 2015, p. 8) refiere que “durante el año 2000 se produjeron 1900 millones de toneladas de basura en el mundo, lo cual representa 5.2 millones diarias; el cual solo el 36 % recibió un tratamiento, el resto se convirtió en problema ecológico, social y económico”, esto a causa del valor que ocasionaba su transporte y liquidación de los desperdicios sólidos en estos días es más caro y controvertido (Meza,2017,p.17).

Lo que queremos dar a entender en la investigación es darle un segundo uso a la basura plástica, siendo precisos hablamos de las botellas de plástico de diferente tamaño y color. Para así poder transformarlo en un material que sirva como agregado de construcción y adicionarle en nuestro pavimento rígido, formando parte de la estructura sólida. Así también contribuir con el medio ambiente ya que encontraríamos un lugar más donde llevaríamos los plásticos reciclados, reduciendo así los lugares donde llegan a parar estos, como son en el río, mares, calles y otros. Así mismo teniendo en cuenta esta cultura de reducir la basura y darle una transformación

aprovechando sus propiedades ya que el tiempo de su degradación puede tardar mucho.

Igualmente, Hernández manifiesta, en el Perú solo se reciclan el 0.3% de las 950 mil toneladas de plástico desechadas según el ministerio del ambiente (MINAN). También puede encontrarse que en una fecha tope el entierro de residuos sólidos en cualquier momento nos pondrá en grandes dificultades ya que en el presente existen más de 100 mil clasificadores de los residuos en el mundo del reciclado en Perú, es una acción reducida por la dirección de normas como la ley 29491. Por lo tanto, lo que se intenta es que productos desaprovechados o mejor indicados como residuos sólidos obtengan por finalidad la sustitución a los materiales que usualmente se emplean en la construcción (Meza, 2017, p.18).

En el presente, la finalidad es la elaboración con materiales reutilizables, y llegar a moderar los excesivos desechos de residuos sólidos que producimos continuamente. Lo que se busca con el actual estudio es recomendar un diseño de pavimento rígido con adición de tereftalato a base de la reutilización de botellas de plásticos reciclados para la avenida Andrés Avelino Cáceres de Huaycán-Ate, que será como futuro proyecto para mejorarlo al encontrarse en la actualidad en pésimas condiciones, donde la perspectiva es obtener un resultado ecológico y amigable con el ecosistema (Meza, 2017, p.18).

Formulación del problema

Surge la necesidad de cuestionarnos después del análisis de la realidad problemática, empleamos el problema general: ¿Como diseñar un pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ adicionando tereftalato para la avenida Andrés Cáceres Zona f Huaycán Ate, 2020?, inmediatamente se tiene los problemas específicos: ¿Cómo influye la adición del tereftalato en las propiedades físicas del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres Zona f Huaycán Ate, 2020?; ¿En qué medida ayuda la adición del tereftalato en las propiedades mecánicas del concreto para el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres zona f Huaycán Ate, 2020?; ¿Qué tan económico es adicionar tereftalato al concreto para el diseño de

pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres zona f Huaycán Ate, 2020?.

Justificación de la investigación

En la actualidad se procura usar materiales reutilizables que sean ahorrativos y durables, tal como el producto del tereftalato de polietileno (PET). Con la investigación hecha sobre acumulación de desechos sólidos según la plataforma del ministerio del ambiente para lidiar con los desperdicios en la ciudad de Lima Metropolitana del año 2020 que en estos días se recolecta miles de toneladas de residuos sólidos, que nos hace deducir que la gran cantidad que se acopia es de un exceso descomunal de residuos como son las botellas plásticas PET. Lo que sería de gran utilidad para la finalidad del presente estudio utilizarse como agregado triturado para adicionar al pavimento rígido de tal manera que proporcione una mayor resistencia y durabilidad al concreto hidráulico. Por lo tanto, la justificación de la utilización del tereftalato de polietileno PET se da en 4 categorías fundamentales.

Justificación técnica

El material de tereftalato de polietileno contiene propiedades físicas y químicas muy optimas en cuanto al tiempo a degradarse, es por esto que el PET es regenerado de los desechos sólidos reciclados por la ciudad de Lima, motivo por el cual llega a ser rentable y de fácil acopio, no necesitando de personal calificado para su reutilización y aplicación en los pavimentos rígidos tal como para la construcción de carreteras, obteniendo de forma exitosa y de efecto favorable para el ecosistema.

Justificación económica

Con la aplicación del tereftalato de polietileno triturado al concreto con el fin de aplicar en pavimentos rígidos, reduciremos los costos de materiales ya que su uso será remplazar porcentajes del agregado fino en de 10%,20% y 30%. Viendo su efectividad de este material conseguiremos pavimentos más baratos con la misma resistencia y durabilidad.

Justificación practica

Las botellas plásticas son trituradas de tal forma que quede como agregado es por eso que se emplea usar para incorporarlo al concreto, así mismo este es usado en para volver a fabricar botellas plásticas o en su mayoría productos de plásticos de alta resistencia.

Justificación ambiental

Al utilizar tereftalato en el concreto estamos reutilizando las botellas plásticas, esto conlleva a que nuestro aporte con el medio ambiente es favorable porque de esta manera evitaremos que se acumulen en las calles.

Justificación social

Con el uso del tereftalato de polietileno también en obras civiles, promoverá directamente a la concientización del reciclaje en la zona, Ya que los habitantes del lugar se beneficiarán teniendo calles pavimentadas y limpios de cualesquiera residuos sólidos.

Previo análisis de las justificaciones tenemos el objetivo general: Proponer el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ adicionando tereftalato para la avenida Andrés Cáceres Zona f Huaycán Ate, 2020, así mismo los objetivos específicos: Mejorar el slump del concreto en las propiedades físicas para el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020; Precisar en qué medida favorece la adición del tereftalato en las propiedades mecánicas del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres zona f Huaycán Ate, 2020 y Diferenciar el costo beneficio de un concreto con adición de tereftalato a un concreto convencional para el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres zona f Huaycán Ate, 2020.

Teniendo en cuenta los objetivos tenemos la hipótesis general: Adicionar tereftalato mejora las propiedades físicas y mecánicas del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para la avenida Andrés Cáceres Zona f Huaycán Ate, 2020, así mismo los objetivos

específicos: La adición del tereftalato mejora las propiedades físicas del concreto del diseño de pavimento rígido en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020; Con la adición del tereftalato incrementa las propiedades mecánicas del concreto para el diseño del pavimento rígido en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020 y Adicionar tereftalato a la mezcla es más económico que el concreto convencional en el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres zona f Huaycán Ate, 2020.

La avenida Andrés avelino Cáceres de Huaycán es una carretera que tiene registro de un pavimento flexible en proceso de degradación tal como se muestra en la figura 1 que llegó hasta la subbase generando nubes de polvo, siendo este una contaminación para las personas.



Figura 7 :Deterioro de la Avenida Andrés Cáceres en Huaycán.

Las botellas más comunes a usarse son las de están contenido con alguna bebida, esto indica que su alto consumo genera un aumento de este material por lo tanto llega a ser un problema ya que están acumulados en lugares de depósito y rellenos sanitarios. Es por ello que se recolectará estas botellas plásticas y seleccionarlos tal como indica la figura 2 para perder titularlos.



Figura 8 :Reciclado de botellas (PET).

:

II.MARCO TEÓRICO

En Colombia se han investigado concreto con adición de plástico en donde Rodríguez, Luis y Castro, Fabio(2019).En su tesis “Evaluación del Comportamiento de Concreto Hidráulico con Adición de Fibras de PET”, tiene como objetivo el estudio del tereftalato de polietileno (PET) al ser un componente que se encuentra en grandes cantidades en el habitat y que tiene características físicas propicias para la resistencia y durabilidad, este producto no cuenta con el adecuado tratamiento por lo que causa serios daños al medio ambiente. En esta investigación se analizó el proceder de concreto hidráulico con adiciones de 1% y 5% en el peso de los agregados de fibras de PET, determinando si esta mezcla le da mayor resistencia al concreto que la de una mezcla de concreto tradicional. Por lo tanto, se realizaron pruebas de ensayo, sometidos a flexión en vigas, así confrontar los datos obtenidos de las diferentes proporciones empleadas. Como resultado a los 28 días de fraguado probetas con adición de PET entre 1% y 1.5%, verificado los resultados en la que se observó una reducción de 40% y 44% en base a la resistencia de un concreto convencional.

En Ecuador -Quito se hicieron investigaciones donde aplicaron botellas recicladas al concreto es así que Mendieta, Edwin (2016).Con título de su tesis “Diseño de mezcla para hormigón simple de 240 kg/cm² utilizando fibras de materiales reciclados (Botellas de Plástico)”, tiene por finalidad analizar una nueva opción de diseño en un concreto de $f'c=240\text{kg/cm}^2$, con PET reciclado, material con el cual se le cortara para darle diferentes tamaños de fibra con una maquina artesanal para luego realizar el diseño de mezcla que por consiguiente se utilizó una prensa para roturas de las probetas de muestras, por lo tanto se preparó un encofrado para losa de 0.07m x 0.5m x 1.14m con proporciones de diferentes fibras a las cuales se le aplico diferentes cargas, para determinar su comportamiento. Comparándose 3 resultados en pruebas con fibra, donde se concluyó que se mejoró su fuerza en su resistencia a compresión y en resistencia a flexión. En un segundo resultado también se mejoró a lo que un concreto normal presenta. Se llega a la conclusión final de que la adición de plástico en el hormigón muestra un comportamiento satisfactorio contribuyendo a una mejor resistencia, y también que su reciclaje contribuye al cuidado del medio ambiente.

En Colombia – Bogotá se han analizado los residuos PET en pavimentos tal como Arteaga, Jefferson (2018). Con su título de tesis “Análisis del comportamiento de la base – cemento para pavimentos con adición de residuos PET reciclado”, con su objetivo de encontrar y buscar procesos innovadores ambientales en beneficio sustentables en la construcción de infraestructura vial, hubo una mejora de materiales debido a esfuerzos, producto el uso de materiales reciclados que perjudican al ambiente, tal es el caso del material PET es por ello la finalidad del estudio. Con lo que se pretende analizar las propiedades físicas y mecánicas de una base BTC 25 estatizada con cemento para pavimentos rígidos y flexibles, agregando PET, con el fin de establecer material estabilizante, para así reemplazar a material granular No 4 en un porcentaje buscando obtener mejores resistencias a la compresión mínima 3.5 Mpa. En la investigación será experimental, revisando bibliografías de materiales PET, después llevándolo a un laboratorio para determinar sus evaluaciones. Se emplearon 13 ensayos en laboratorio cuyos resultados serán evaluados y comparados en dos casos, en primer caso base granular adicionándole cemento y otra granular adicionándole cemento más PET. Con el fin de determinar si el PET mejora las propiedades tanto físicas como mecánicas.

En Chiclayo en cuanto a investigaciones nacionales en donde Parra, Carlos (2019) Con título de su tesis “Aplicación del plástico reciclable en la mezcla de concreto $f'c=210$ kg/cm² para verificar su influencia en la resistencia a compresión”, en su finalidad de investigación experimental son los efectos de la aplicación del plástico reciclable de alta densidad en sus características del plástico aplicado al concreto. Para un concreto con plástico triturado se planteó tres dosificaciones con un porcentaje de 6%, 12%, y 18% mediante plástico triturado en el agregado para el concreto de 210 kg/cm² y así también para la mezcla patrón. Utilizándose agregado fino y grueso (piedra de ½”) de la cantera La Victoria – Patapo, con un cemento Portland Extra Forte y el Plástico Triturado, se llegó a la conclusión de que el uso de plástico reutilizable de alta densidad en el concreto no alcanzo aumentar la resistencia a la compresión tal como el PT6%(205.07 kg/cm²), PT12%(197.81 kg/cm²) por lo que

reduce sucesivamente su resistencia referente a la mezcla patrón MP (221.79 Kg/cm²).

En Lima la investigación hecha por Baldeon, Jerry (2017). Con título de su tesis “Mejoramiento funcional en las propiedades del concreto hidráulico incorporando fibras de polipropileno al pavimento rígido, Comas- El correo, 2017”, La presente investigación tiene por finalidad el de mejorar las propiedades del concreto hidráulico con la agregación de fibras de polipropileno en pavimentos rígidos, puesto que en el lugar el tipo de suelo será afectada por la transmisión de cargas, por lo tanto es fundamental diseñar un concreto de excelente performance para que sea de gran apoyo al comportamiento de un pavimento rígido. Se prepararán tres ensayos con probetas de 50%, 75%, y 100%, de fibras de polipropileno y se hará una comparación con la resistencia del concreto 280 kg/cm², para después llegar a la conclusión con los ensayos a compresión y también la preparación de vigas de muestra a la flexión, rigiéndose a las normas ASTM, MTC, NTP, ensayos que demostraran la buena calidad de un concreto hidráulico.

En Jaén se han investigado la incorporación de fibras de plástico PET a la mezcla de concreto en cuanto Esquivel, Pedro y Ticliahuanca, Marian (2019). Con el título de su tesis: “Resistencia y agrietamiento por contracción del concreto para pavimentos rígidos con incorporación de fibras PET”, en su objetivo de investigación en el transcurso del tiempo, estos estudios han logrado demostrar que la adición de fibras PET han mejorado la calidad de las características del concreto. Se incrementó un mejoramiento de la resistencia a la compresión y la flexión, como también aminora el agrietamiento por contracción a la incorporación de fibras PET en el concreto para pavimentos rígidos. Se realizaron ensayos con el diseño de mezcla para un concreto de $F'c = 34 \text{ kg/cm}^2$ y $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$. Con esto se preparó unas pruebas control y una prueba experimental a la que se agregó una proporción de 0.03%, 0.05% y 0.07% en peso de fibras esparcidas, en los que se hizo pruebas normalizadas: en estado fresco y estado endurecido. Se llegaron a resultados que demostraron que la adición de fibras PET reducen la trabajabilidad del concreto, pero a medida que se incrementa la dosificación; más no modifica la temperatura, el peso unitario y el contenido de aire

ya que los cambios son insignificativos. Se concluye que en cuanto a la resistencia a la compresión del concreto la prueba ensayada demostró un aumento gradual, siendo la más representativa la dosificación de 0.07% la que origino un aumento de 10.2% con relación a la prueba patrón. A lo que relaciona la resistencia a la flexión del concreto, no se demostró un incremento constante, teniendo la dosificación de 0.05% la que si origino aumento de 20.0% con respecto a la prueba patrón. La prueba de la retracción restringida del concreto se demostró una disminución de un 14.3% del ancho término medio de las grietas en la dosificación de 0.07% concluyendo que la utilización de las fibras recicladas aumenta el mejoramiento de las cualidades del concreto.

Propiedades físicas del tereftalato

De manera global, comprendemos al material de plástico aquellos que pueden ser transformados con bajas temperaturas o pequeños esfuerzos. Estos plásticos se obtienen de manera artificial de origen orgánico con sustancias químicas, es decir, son componentes sintéticos con grandes cantidades de carbono, el oxígeno, moléculas de hidrogeno, el azufre y nitrógeno. Las sustancias de estos plásticos son de procedencia mineral usando el petróleo como material principal, de origen vegetal se usa el algodón y la resina de algunos árboles como materia prima. También se le agregan otros elementos químicos para darle características físicas, mecánicas o químicas que se encuentran en el plástico. Teniendo aspecto agradable acorde a la función que se le dará al objeto fabricado de plástico (Propiedades del plástico IES Agustín Espinosa, 2014, p.1).

Las estructuras químicas del PET están conformadas por dos principales monómeros que lo componen son el Ácido tereftálico y Etilenglicol, así como en la figura 3 se muestra se aprecia.

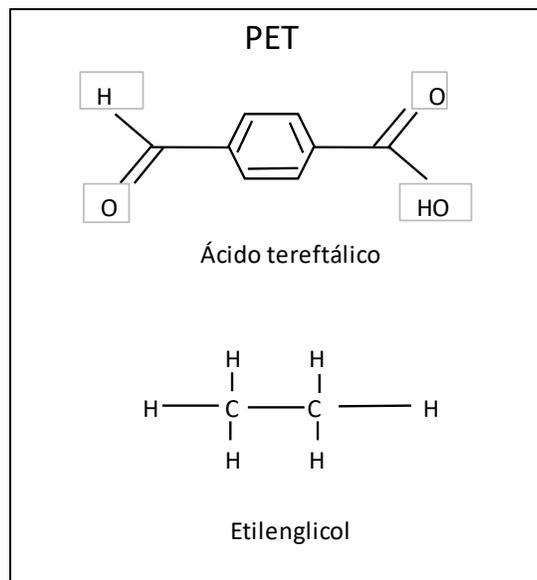


Figura 9: Estructura química del PET

Densidad del PET

Su mayor característica del plástico se relaciona entre densidad y resistencia, a disolventes, al ácido álcalis, siendo excelentes aisladores eléctricos y térmicos. Estas moléculas que componen pueden ser ramificadas, lineales o entrecruzadas, esto depende al tipo de plástico. Las ramificadas o lineales son termoplásticas estos se dilatan al calor, las entrecruzadas son termo endurecibles, quiere decir se endurecen al calor (Quevedo y Guaman, 2012, p.4).

Las características físicas del tereftalato de polietileno después de haberse triturado son de diámetro de 6.4 mm como tamaño máximo nominal, se puede apresar la muestra en la figura 4.



Figura 10: Agregado de tereftalato de polietileno.

El comportamiento del concreto conjuntamente adicionándole PET su densidad desciende, esto es porque a mayor porcentaje de tereftalato baja su densidad, así como se observa en la figura 5.

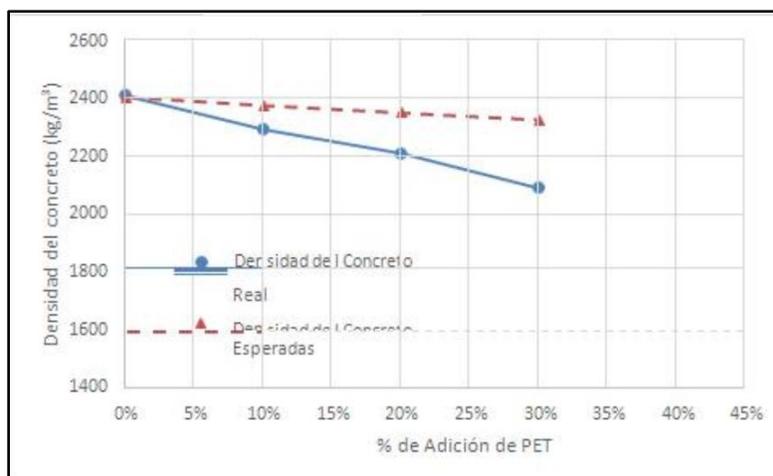


Figura 11: Densidad vs porcentaje de PET.

Impacto ambiental

El impacto que genera en el ambiente es la consecuencia de las actividades provocadas por el hombre en el ambiente, llegando a ser perjudicioso en la salud, calidad del oxígeno y belleza panorámica (Gómez y Gómez, 2013, p.29).

La cultura ambiental que la ingeniería lleva a concientizar dándonos un sistema eficiente y tecnológico se denomina reciclar. El desarrollo sostenible y tecnológico trajo beneficios positivos, también trajo perjuicios. Por eso para las facultades de ingeniería es un desafío proponer alternativas que disminuyan la contaminación. En tal sentido algunas industrias de gaseosa plantearon la idea que algunas botellas plásticas sean retornable para hacer menos daño al entorno ambiental (Mansilla Pérez y Ruiz, 2009, p.124).

Por medio del reciclaje manual como se observa en la figura 6 se logra adquirir este material que así mismo ayuda a disminuir la contaminación, reducir energía, evitando la deforestación y reducir un 80% de espacio de los desperdicios de basura evitando los montículos de basura que son enterrados en rellenos sanitarios para así tener limpio el mundo (Quevedo y Guamán, 2012, p.12).



Figura 12 Reciclaje manual en el distrito de Ate.

La sociedad de industrias del plástico identificó de forma clara los 6 tipos de sintéticos que existen, así como nos muestra la tabla 1, esto nos ayuda a tener en cuenta que tipo de sintético se empleará.

Tabla 1: *Resumen de los plásticos más comunes y sus usos.*

CÓDIGO	SIGLAS	NOMBRE	USOS
	PET	Tereftalato de Polietileno	Envases de bebidas gaseosas, jugos, jarabes, aceites comestibles, bandejas artículos de farmacia, medicamentos, etc.
	PEAD (HDPE)	Polietileno de alta densidad	Envases de leche, detergentes, champú, baldes, bolsas, tanques de agua, cajones para pescado, etc.
	PVC	Policloruro de vinilo	Tuberías de agua, desagües, mangueras, cables, símil cuero, usos médicos como catéteres, bolsas de sangre, etc.
	PEBD (LDPE)	Polietileno de baja densidad	Bolsas para residuos, usos agrícolas, etc.
	PP	Polipropileno	Encases de alimentos industria automotriz, artículos de bazar y menaje, bolsas de uso agrícola y cereales, tuberías de agua caliente, films para protección de alimentos, pañales descartables, etc.
	PS	Poliestireno	Envases de alimentos congelados, aislante para heladeras, juguetes, rellenos, etc.

Fuente: Código Internacional SPI (Sociedad de Industrias del Plástico).

Comportamiento del tereftalato en el concreto

Por otro lado, el tereftalato PET, ya que pertenece al grupo de los polímeros resistentes, este se caracteriza precisamente por tener una buena resistencia a la fatiga y al desgarramiento, así también tiene un excelente comportamiento en presencia de humedad, ácidos, grasas y disolventes. Es por eso que utilizar tereftalato PET en remplazo del agregado produciría concretos con menos impacto ambiental al momento de elaborarse (Acevedo y Posada,2019, p.47).

Teniendo en cuenta la baja densidad del tereftalato a comparación de la arena, se analiza si sustituir el agregado es viable y mejor por peso o volumen. Sabiendo que el

PET tiene su baja densidad remplazar al peso esto implica una alteración en la curva granulométrica, por lo tanto, aumentaría la cantidad de partículas considerando el pasante de un tamiz que no afecte la curva granulométrica de agregados finos (Acevedo y Posada,2019, p.49)

Dosificación del tereftalato

En cuanto a la dosificación del tereftalato, muchos autores emplean porcentajes distintos guiándose de los antecedentes, remplazando en medida de volumen del agregado fino como por ejemplo el de 6% 12%y 18%, así mismo es referencia para esta tesis que usaremos el 10%,20% y 30%, más al contrario remplazaremos la arena por peso, esto viene siendo un reto de llegar a la resistencia requerida usando esta proporción de tereftalato PET.

Método de asentamiento (Cono de Abrams)

Este método nos permite medir la consistencia del concreto fresco, bajo la norma NTP 339.035. Además, no requiere de equipo costosos o inusuales ni personal profesional o especializado en este ensayo (Lugo y Torres,2019, p.28).

A través de este método conocido como slump conseguimos el valor numérico en pulgadas, verificando la altura de la varilla de acero hasta el punto centro de la masa de concreto, así como se muestra en la figura 7, podemos medir cuanto se asentó el concreto, es así que este resultado va relacionado a la trabajabilidad y el agua aplicada.

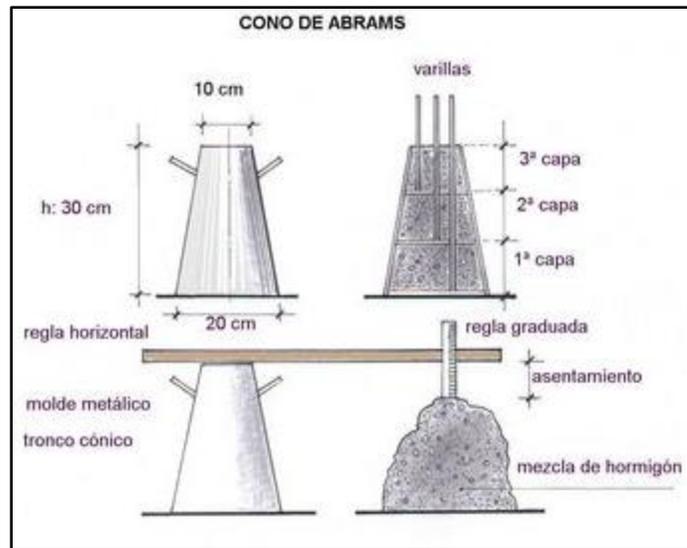


Figura 7: Asentamiento del concreto.

Esfuerzo a compresión

Una estructura que es sometido a un esfuerzo de compresión bajo dos fuerzas El ensayo a compresión opuestas, ocasionando una deformación de la estructura sometida a este ensayo (Lugo y Torres,2019, p.21).

Este ensayo está respaldado por la NTP 339.034 y la ASTM C39, que muestra una carga aplicada en el área superficial del espécimen cilíndrico tal como muestra la figura 8, es así que se obtiene la resistencia a compresión del concreto.

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Donde: Ecuación de esfuerzo

P: Carga axial actuante

A: Área de la sección transversal

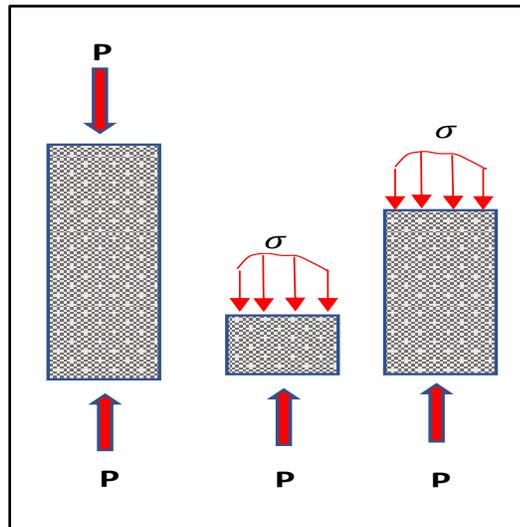


Figura 8: Ejemplo de esfuerzo a compresión.

Esfuerzo a flexión

Una estructura que está sometido a esfuerzo a flexión cuando este elemento estructural es provocado por fuerzas a lo largo del claro de un espécimen en específico haciendo que este se doble (Lugo y Torres,2019, p.21)

Este método es útil para hacer ensayos a flexión en vigas prismáticas, que consta en aplicar una fuerza en el tercio medio de la viga que este puesto en dos apoyos, así como indica a figura 9, este procedimiento este respaldado pajo la norma ASTM C78.

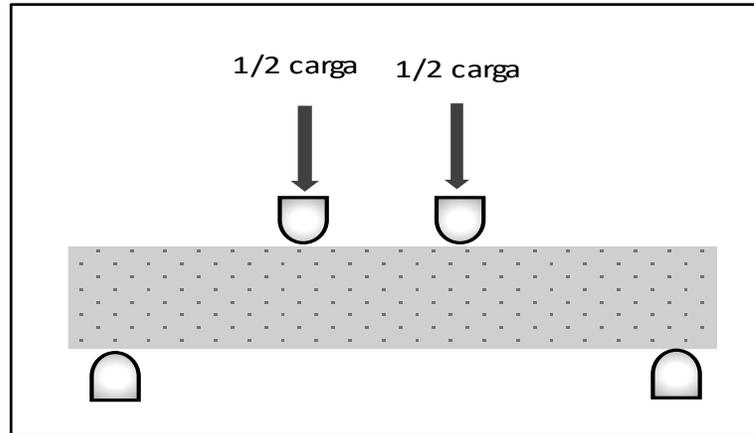


Figura 9: Ejemplo de ensayo a flexión.

Ley de Hooke

Habla acerca de la deformación de un material elástico esto esta relación del esfuerzo aplicado (Lugo y Torres,2019, p.24).

$$\sigma = E\varepsilon$$

Donde:

σ : Esfuerzo axial

ε : Deformación

E: Módulo de elasticidad

Limite elástico

También conocido como límite de elasticidad, donde la tensión máxima que soporta un material elástico sin presencia a deformaciones elásticas (Lugo y Torres,2019, p.25).

Un material sometido a un esfuerzo que provoca la deformación elástica hasta un cierto punto de soporte de material, pasado ese límite tiende a deformarse permanente, y llega hasta un punto de ruptura en la figura 10 se aprecia este ejemplo.

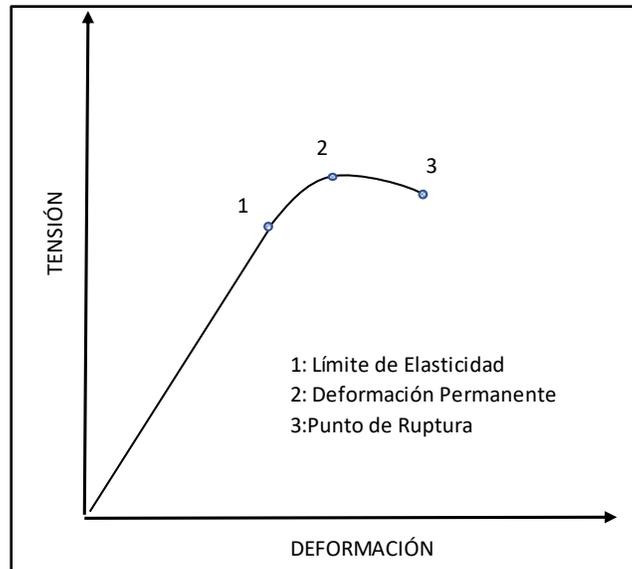


Figura 10: Limite elástico.

Elasticidad de los materiales

Hace referencia entre la relación del esfuerzo al que está sometido un elemento o y su deformación unitaria, este se denomina ley de Hooke (Lugo y torres,2019, p.25).

El módulo de elasticidad del concreto representa la rigidez de este frente a una carga impuesta (Lugo y Torres ,2019, p.26).

El ensayo con el que se determina este módulo de elasticidad estática bajo la norma ASTM c469, tiene como principio aplicar una carga y este reaccionaria con deformación correspondientes, así como se muestra en la figura 11.

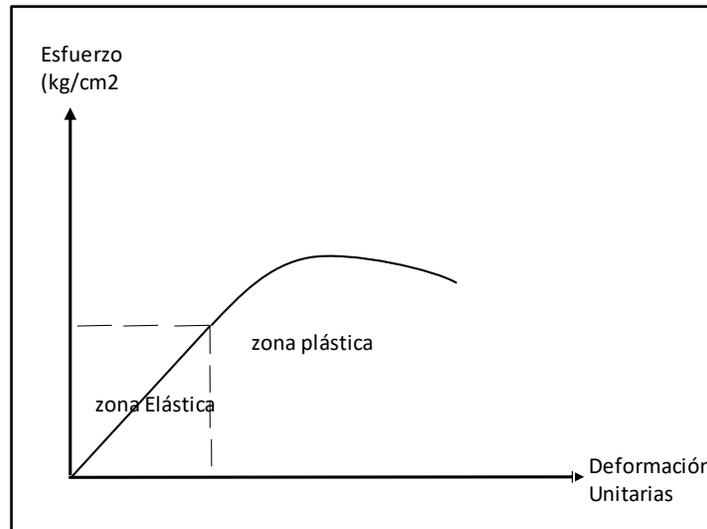


Figura 11: Esfuerzo vs deformación.

Estudio del suelo

Para fines de ingeniería, el suelo se define como el agregado no cementado de granos minerales y materia orgánica descompuesta (partículas sólidas) con líquido y gas en los espacios vacíos entre las partículas sólidas. El suelo se utiliza como material de construcción en diferentes proyectos de ingeniería civil y con cimientos estructurales. Es así que, los ingenieros civiles deben investigar las propiedades del suelo, tales como el origen, la disposición de tamaño de grano, la capacidad de drenar el agua, compresión, resistencia al corte y la capacidad de soporte de carga. (Braja, 2015, p.20).

La mecánica de suelos es la adaptación de la ciencia física que se ocupa del estudio de las características físicas del suelo y el comportamiento de las masas de suelos sometidos a diferentes métodos de fuerzas. La ingeniería de suelos es utilizada en los principios de mecánica de suelos a problemas muy prácticos. La ingeniería geotécnica es parte de la ingeniería civil que investiga las mecánicas e hidráulicas de suelos y rocas, en la superficie y en el subsuelo, incluyendo su aplicación de los principios de la mecánica de suelos y mecánica de rocas con respecto a cimientos, estructura de contención del suelo. (Braja, 2015, p.20).

Exploración

Es tan importante porque nos ayuda a determinar las características del suelo, así mismo esta investigación de campo se debe incluir ejecución de calicatas con el fin de obtener las muestras de los diferentes estratos. Con estas muestras se realizarán los ensayos en laboratorio (MTC,2013, p.30).

Se debe tener en cuenta el índice medio diario de vehículos que pasan por día en la calzada, con el fin de hacer el numero de calicatas considerando el tipo de carreta tal como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2: *Numero de calicatas y exploración de suelos.*

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido · Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido · Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido · Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido · Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000- 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	· 4 calicatas x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	· 3 calicatas x km	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	· 1 calicata x km	

Fuente: Ministerio de transporte y comunicaciones.

Clasificación de suelos

Los suelos pueden ser ordenados en grupos y subgrupos según sus características en función de sus propiedades mecánicas y su comportamiento en el área de la ingeniería. Los métodos de organizar nos facilitan las propiedades principales de los suelos que son de diferentes variedades, si una presentación minuciosa. En el presente existen dos formulados métodos de clasificación que utilizan la distribución granulométrica y la plasticidad de los suelos que son frecuentemente empleados para estudios ingenieriles. Se trata del Asociación American de Oficiales de Carretera del Estado (AASHTO) y el Sistema de Clasificación de Suelos SUCS (Braja, 2015).

Este método consiste en analizar la muestra extraída en campo, luego obtener datos numéricos y porcentajes. Donde los resultados nos ayudan a identificar qué tipo de suelo se tiene según la clasificación de suelos como muestra la tabla 3.

Tabla 3: *Clasificación de suelos AASHTO.*

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa el tamiz #200)							Materiales limoarcillosos (más de 35% pasa el tamiz #200)			
	A-1		A-3 ^A	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Tamizado, % que pasa											
No. 10 (2.00mm)	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 40 (425µm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 200 (75µm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Consistencia											
Límite líquido	...		...	B				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		N.P.	B				10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín. ^B
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limoarcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación	Excelente a bueno							Regular a malo			

^A La colocación de A3 antes de A2 en el proceso de eliminación de izquierda a derecha no necesariamente indica superioridad de A3 sobre A2.

^B El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor que LL-30. El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL-30.

Fuente: Clasificación AASHTO.

También se tiene en cuenta la clasificación SUCS, este método nos permite describir e identificar la textura y el tamaño de las partículas. Así también nos ayuda a conocer el índice de plasticidad de la muestra ensayada, así como se aprecia en la tabla 4 y figura 7.

Tabla 4: Sistema unificado de clasificación de suelos SUCS.

GRUPOS		SIMBOLO DE GRUPO	NOMBRE DE GRUPO	CRITERIOS DE CLASIFICACION			
SUELOS DE GRANO GRUESO (más del 50 % es retenido en el tamiz No 200) > 50% Ret. N° 200	GRAVAS (más de la mitad de la fracción gruesa es mayor que el tamiz No 4)	Gravas Limpias (menos de 5% de finos)	GW	Grava bien gradada	solo Granulometría	Cu > 4 y 1 < Cc < 3	
			GP	Grava pobremente gradada		Cu < 4 y/ó 1 > Cc > 3	
		Gravas con finos (más de 12% de finos)	GM	Grava limosa	Los finos se ubican en la zona de LIMOS (ML) en la Carta de Plasticidad de Casagrande		
			GC	Grava arcillosa	Los finos se ubican en la zona de ARCILLA (CL) en la Carta de Plasticidad de Casagrande		
			GC-GM	Grava limosa arcillosa	Símbolo dual: Finos se ubican en la zona de signo doble (CL-ML) de la carta de plasticidad de Casagrande.		
		Gravas con 5 a 12% de finos (símbolo dual)	GW-GM	Grava bien gradada con limo	Granulometría(Cc, Cu) y plasticidad (Carta de Plasticidad) Símbolo dual		
			GW-GC	Grava bien gradada con arcilla			
	GP-GM		Grava pobremente gradada con limo				
		GP-GC	Grava pobremente gradada con arcilla				
	ARENAS (más de la mitad de la fracción gruesa es menor que el tamiz No 4)	Arenas Limpias (poco o ningún fino)	SW	Arena bien gradada	solo Granulometría	Cu > 6 y 1 < Cc < 3	
			SP	Arena pobremente gradada		Cu < 6 y/ó 1 > Cc > 3	
		Arenas con finos (más de 12% de finos)	SM	Arena limosa	Los finos se ubican en la zona de LIMOS (ML) en la Carta de Plasticidad de Casagrande		
			SC	Arena arcillosa	Los finos se ubican en la zona de ARCILLA (CL) en la Carta de Plasticidad de Casagrande		
			SC-SM	Arena limosa arcillosa	Símbolo dual: Finos se ubican en la zona de signo doble (CL-ML) de la carta de plasticidad de Casagrande.		
Arenas con 5 a 12 % de finos (símbolo dual)		SW-SM	Arena bien gradada con limo	Granulometría(Cc, Cu) y plasticidad (Carta de Plasticidad) Símbolo dual			
		SW-SC	Arena bien gradada con arcilla				
		SP-SM	Arena pobremente gradada con limo				
	SP-SC	Arena pobremente gradada con arcilla					
SUELOS DE GRANO FINO (50 % ó más pasa el tamiz No 200) ≥50% Pasa N° 200	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido < 50%	CL	Arcilla de baja plasticidad	IP >7 y cae en ó sobre la línea A			
		ML	Limo	IP < 4 ó cae bajo la línea A			
		CL-ML	Arcilla limosa	4 ≤ IP ≤ 7, Símbolo dual: Finos se ubican en la zona de signo doble (CL-ML).			
		OL	arcilla ó limo orgánico	Ubicar IP en Carta Plasticidad y verificar que : L.L (secado al horno) / L.L (sin secado al horno) < 0.75			
	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido ≥ 50%	CH	Arcilla de alta plasticidad	IP cae en ó sobre la línea A			
		MH	Limo elástico	IP cae bajo de la línea A			
		OH	arcilla ó limo orgánico	Ubicar IP en Carta Plasticidad y verificar que : L.L (secado al horno) / L.L (sin secado al horno) < 0.75			
Suelos altamente orgánicos		Pt	Turba	Patrón principal de identificación: color oscuro a negro, olor orgánico, textura fibrosa a amorfa. No aplican ensayos			

Fuente: Sistema de clasificación SUCS.

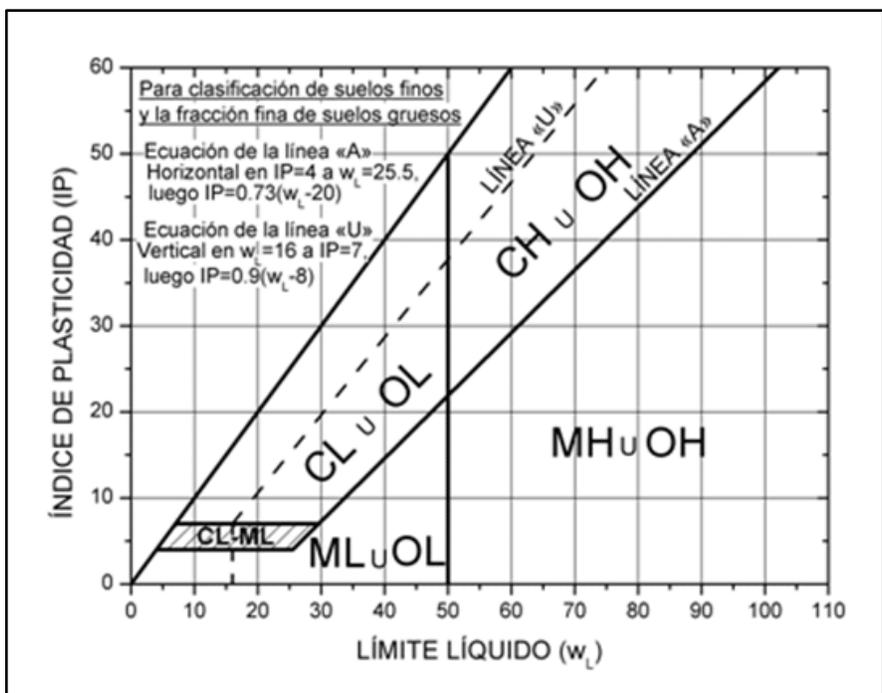


Figura 12: Índice de plasticidad SUCS.

Pavimento rígido

Constituidos por losas de concreto de cemento Portland. Como la losa es la que absorbe los esfuerzos transmitidos por las cargas, en diferentes ocasiones solo se necesita de una superficie homogénea que agrupe las condiciones de una sub-base. (Baldeon, 2017, p.7).

Capas del pavimento rígido

La subbase su principal función es evitar la acción del bombeo en las grietas, juntas y extremos del pavimento. Se extiende mediante bombeo a la fluencia de material fino con agua fuera de la estructura del pavimento, debido a la infiltración de agua por las juntas de las losas. El agua al introducirse a través de las juntas licua el suelo fino de la subrasante proporcionando así la salida de la baja la presión ejercida por las cargas aplicadas a través de las losas. Sirve como capa de transición y como apoyo, homogéneo, estable y permanente del pavimento. Facilitar los trabajos de pavimentación. Da un mejor drenaje y disminuye al mínimo el almacenamiento de agua bajo el pavimento. Dando una mejor capacidad de soporte al suelo de la subrasante.

La subrasante es el área terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre el cual se coloca la losa del pavimento y es parte de la carretera que se construye entre el terreno natural. La subrasante es el estrato superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportara la estructura del pavimento, con diferentes estratos de suelos compactadas por capas para constituir un cuerpo estable en perfecto estado, de tal manera que no sea perjudicada por la carga de diseño que proviene del tránsito.

En tanto que los Pavimentos Rígidos: Que están constituidos por una losa de concreto Portland sobre una base, o directamente sobre la sub- rasante. Transmitiendo los esfuerzos al suelo en un formato disminuido, En relación a lo mencionado previamente; se puede distinguir que, en el pavimento rígido, el concreto absorbe gran parte de los esfuerzos que las ruedas de los vehículos ejercen sobre el pavimento.

Las funciones de la losa en el pavimento rígido es la de soportar y transmitir en nivel adecuado los esfuerzos que le apliquen, así como se aprecia en la figura 13. Debe ser resistente a la erosión producida por el tráfico y a la agresión del medio ambiente, además, preserva la estructura, impermeabilizando la superficie

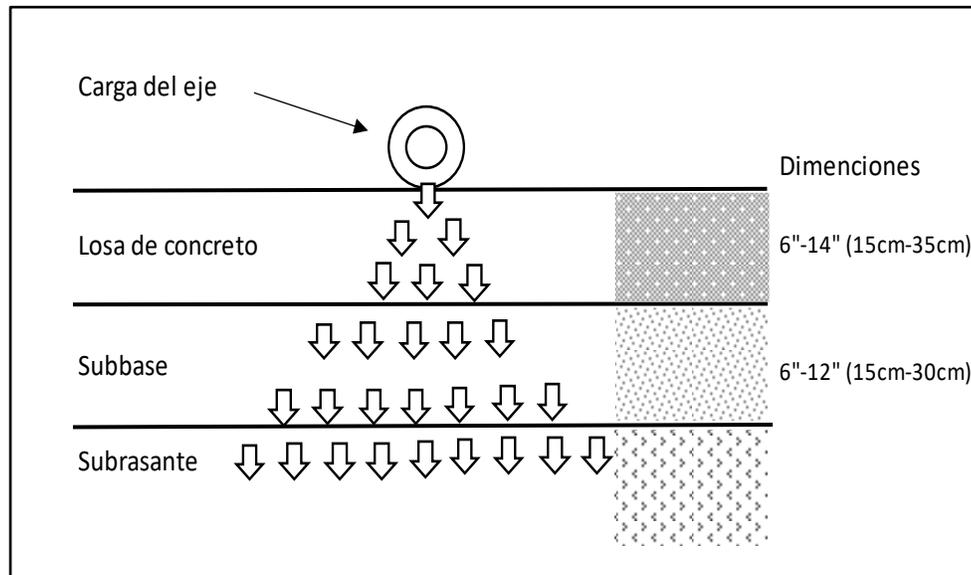


Figura 13: Capas de un Pavimento rígido.

Ventajas

- Se evitan interrupciones de tránsito por trabajos de mantenimiento.
- 30% mayor iluminancia que en superficies de asfalto.
- Menor generación de calor.
- Resistente al ataque de hidrocarburos.
- Resistente al fuego. - Menor agresión ambiental.
- Menor huella de carbono.

A continuación, se mostrarán los tipos de pavimentos rígidos

- Losas de Concreto Simple (JPCP)

Pavimentos construidos con concreto simple y con juntas de contracción espaciadas de manera continua (5 a 10 metros). Barras de refuerzo o mecanismos de agarre son usados para transmitir la carga de una capa a otra. (Baldeon, 2017, p.10).

- Losas de Concreto Reforzado (JRCP)

Las losas son reforzadas con barras de acero, a pesar de que incrementa la capacidad portante de la losa, aumenta el espaciamiento de las juntas de 10 m a 30 m. Pavimento Continuamente Reforzado (CRCP) (Baldeon, 2017, p.10).

Estos pavimentos muestran unas juntas fon el fin de contrarrestar la dilatación del elemento estructural, en la figura 14 se aprecia estas juntas que por lo general son de Tecnopor y en su mayoría de asfalto.

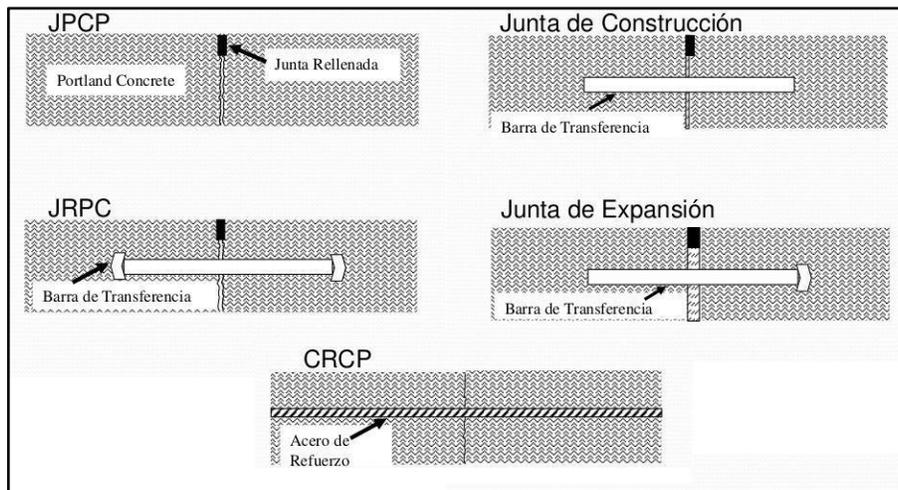


Figura 14: Juntas en pavimentos rígidos.

Materiales en el concreto Hidráulico

Cemento

Se precisa como cemento a los materiales pulverizados que poseen la propiedad que, por adición de una cantidad conveniente de agua, forman una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como el aire y formar compuestos estables. El cemento portland es el producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con

la agregación eventual de sulfato de calcio. Se acepta la adición de otros productos siempre que no sobrepase el 1% en peso del total y que la Norma respectiva establezca que su inclusión no altera las características del cemento adquirido. Los productos agregados deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker.

El cemento usado en la elaboración del concreto debe obedecer con las condiciones de las siguientes normas.

-Los cementos Portland normal tipo I, II y V respectivamente con las Normas ITINTEC 334.038, ó 334.040; o con las Normas ASTM C 150.

-Los cementos Portland puzolánicos Tipo 1P y 1PM deberán cumplir con los requisitos de la norma ITINTEC 334.044, o con la Norma ASTM C 595.

Se muestra en la tabla 2 las propiedades físicas del cemento con requisito según a la norma NTP 334.09. esto esté ligado a que el concreto cemento debe de estar certificado por la asociación de productores de cemento (ASOCEM) que garantiza su efectividad y performance del cemento.

Tabla 4: *Propiedades físicas del cemento.*

Propiedades físicas			Requisito NTP 334.09
Contenido de aire	%	4	Máximo 12
Expansión de autoclave	%	0.07	Máximo 0.8
Superficie Especifica	Cm ² /g	56.4	No específica
Densidad	g/ml	2.29	No específica

Fuente: Propiedades físicas del cemento.

En la tabla número 5 se muestra la composición química del cemento, este requisito debe cumplir en todos los cinco tipos de cementos y las características físicas y químicas establecido la tabla 1 y 2 de la norma NTP 334.09.

Tabla 5: *Propiedades químicas del cemento*

Composición Química			Requisito NTP 334.09
MgO	%	2.2	Máximo 6.0
SO ₃	%	2.4	Máximo 4.0

Fuente: Propiedades químicas del cemento.

Tipos de cemento

Cemento tipo I: Cemento de uso general

Cemento tipo II: De moderada resistencia a sulfatos

Cemento tipo III: De alta resistencia inicial

Cemento tipo IV: De bajo calor de hidratación

Cemento tipo V: De alta resistencia a sulfatos

De estos cinco tipos en el Perú solo se fabrican los Tipos I, II y V.

Agregado grueso

Son los materiales principales para una mezcla de concreto usado en proporción de 60% del volumen, llamados piedra chancada o zarandeada semi angulares seleccionado por diferentes tamices.

Agregado fino

Es la desintegración natural de las rocas ígneas que al acumularse forma un gran volumen de agregados finos.

Agua

El agua utilizada en la preparación de la mezcla del concreto y para el curado deberá cumplir los requisitos de la norma ITINTEC 343.008 y recomendado que

sea agua potable ya que también el pH de agua como muestra la tabla 6 es fundamental para uso en la construcción

Tabla 6: *Límites permisibles máximo del agua*

Descripción	Límite permisible
Sólidos en suspensión	5000 p.p.m. Máximo
Materia orgánica	3 p.p.m. Máximo
Alcalinidad (NaHCO ₃)	1000 p.p.m. Máximo
Sulfato (Ion SO ₄)	600 p.p.m. Máximo
Cloruro (Ion Cl)	1000 p.p.m. Máximo
pH	5 a 6

Fuente. Límites permisibles máximo del agua

Concreto

Mezcla de ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que en un comienzo indica una masa plástica, moldeable y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con características de aislantes y resistentes, lo que lo hace una materia óptima para la construcción (Valero, 2015, p.25).

Componentes del concreto.

Compuesto con por cemento, agua, agregado fino y agregado grueso, cada componente ocupa un espacio representado por un porcentaje. y se ve en dos tipos con aire incluido y sin aire incluido, así como en la figura 15 se aprecia.

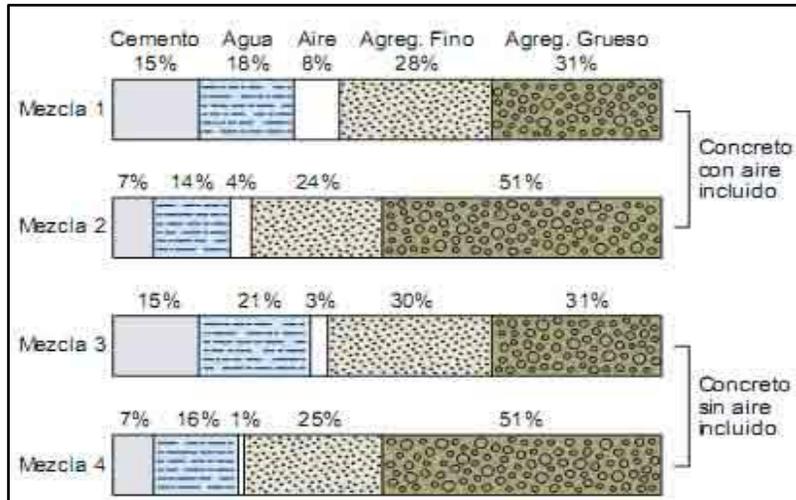


Figura 15: Componentes del concreto.

Resistencia a la compresión

ASTM C-78

Esta norma de ensayo trata de regularizar los métodos constructivos en este caso del concreto y cubre la determinación de la resistencia a flexión de ejemplares prismáticos de concreto tales como vigas moldeados.

A causa de que los pavimentos de concreto trabajan especialmente a flexión se aconseja realizar este ensayo, que resulta en módulo de ruptura (MR) normalmente especificada a los 28 días. Y los valores para su módulo de ruptura van desde 41 Kg/cm² (583 psi) hasta los 50 Kg/cm² (711 psi) a los 28 días dependiendo del uso a los cuales se tengan que realizar.

Tabla 7: Módulo de Ruptura Recomendado por ASTM

Tipos de Pavimento	Módulo de Ruptura (MR) Recomendado	
	Kg/cm ²	psi
Autopista	48	682.7
Carreteras	48	682.7
Zonas Industriales	45	640.1
Urbanas Principales	45	640.1
Urbanas Secundarias	42	597.4

Fuente: Módulo de Ruptura Recomendado ASTM.

III.METODOLOGÍA

3.1.Tipo y diseño de investigación

La metodología aplicada sobre la investigación trata sobre cuestiones específicas utilizando procedimientos estandarizados y aceptados por una comunidad científica recolectando y analizando datos, como es el caso de la ingeniería que se emplea el método cuantitativo, así como manifiesta (Hernández, 2018) “La ruta cuantitativa es apropiada cuando queremos estimar las magnitudes u ocurrencia de los fenómenos y probar hipótesis” (p.6).

3.2.Variables y Operacionalización

Puede ser definido tomando en cuenta sus características o sus propiedades distintivas, contenido, estructura en funciones o relaciones. Sus acciones que se realizan son importante y fundamental puesto que indican las acciones que se deben realizar para su contrastación y se denomina categoría en investigaciones cualitativas (Nuñez,2007, p.167).

Variable independiente-Adición del tereftalato.

Variable Dependiente-Diseño de pavimento rígido

Operacionalización

El que operacionaliza las variables es el autor, con el fin de expresar acciones al momento de realizar, de modo que descompone en forma deductiva aspectos e indicadores que constituyen las variables (Nuñez,2007, p.173).

3.3.Población

Es la totalidad de elementos o individuos que tienen ciertas características similares y sobre las cuales se desea hacer inferencia. (Bernal, 2010, p.160)

Es por ello que se considera en la investigación una población indeterminada debido a que es el concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de tereftalato en 10%,20% y 30% así como la tabla 8 muestra las probetas y la tabla 8 las vigas.

Tabla 8: *Población y muestras de probetas.*

Indicador	% Agregado de terftalato	7 días	14 días	28 días	Parcial	Total
Concreto con adición de terftalato	30%	3	3	3	9	36
	20%	3	3	3	9	
	10%	3	3	3	9	
Mezcla patrón	–	3	3	3	9	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9: *Población y muestras de vigas.*

Indicador	% Agregado de terftalato	7 días	14 días	28 días	Parcial	Total
Concreto con adición de terftalato	30%	3	3	3	9	36
	20%	3	3	3	9	
	10%	3	3	3	9	
Mezcla patrón	–	3	3	3	9	

Fuente: Elaboración propia.

La figura 16 muestra el tramo de la avenida Andrés Avelino Cáceres Zona f Huaycán Ate la distancia de 400 m aproximadamente donde se realizará este proyecto.

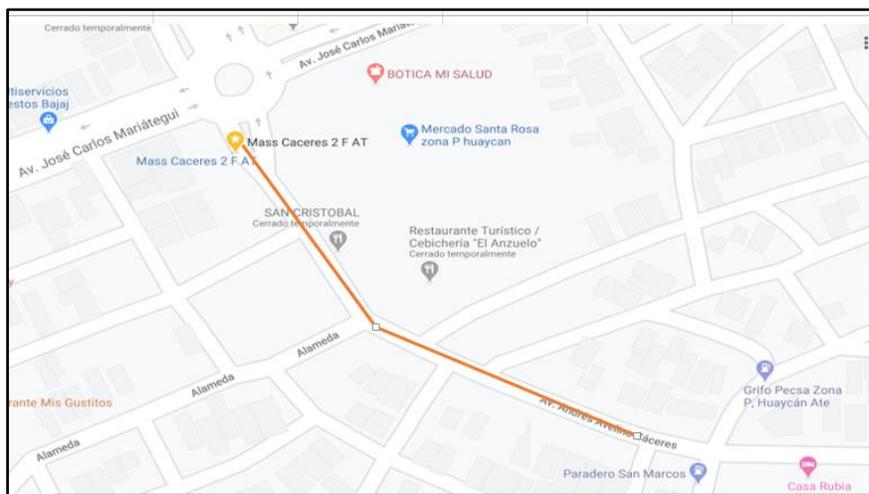


Figura 16: Tramo de la Avenida Andrés Avelino Cáceres Google Maps.

Muestra

Para Hernández la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población (2014, p.173).

En la presente investigación se tomará por muestra 3 testigos (probetas) de concreto con tereftalato y la muestra patrón que es el concreto convencional con diferentes periodos a romper en 7,14 y 28 días.

En la presente investigación se tomará por muestras 3 vigas de concreto con tereftalato y la muestra patrón que es el concreto convencional con diferentes periodos a romper 7,14 y 28 días.

Muestreo

En esta investigación usaremos el tipo de muestreo no probabilístico intencional, porque en base al criterio del investigador se escogen las muestras. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.189). Las muestras no probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección orientado por las características de la investigación, más que por un criterio estadístico de generalización.

Para el análisis de nuestro muestreo se toma una muestra representativa, con el nivel de confianza de un 95% y un 5% de significancia. También se empleará el estadístico T de student debido a que nuestras muestras son menores a 30 unidades.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Según Arias, define que “la técnica de investigación es el procedimiento o forma particular de obtener datos o información. Las técnicas son particulares y específicas de una disciplina, por lo que sirve de complemento de investigación con propósitos específicos y esenciales” (2012, p. 67).

Tenga en cuenta que:

- El investigador debe buscar el instrumento en internet, instituciones de investigación y otros.
- Segundo en caso de haberlo encontrado, procederá a evaluarlo para determinar su validez y confiabilidad.
- Tercero, en caso de que no haya encontrado en alguna parte, recién procederá a construirlo en base a los indicadores de la variable que pretende medir.
- Cuarto, en caso de que haya construido un instrumento, tiene la responsabilidad de lograr su validez y confiabilidad.

Para el presente proyecto de investigación se tomará en cuenta las siguientes técnicas:

Revisión de Documentos: Se utilizará esta técnica para revisar normas, manuales, libros, tesis, monografías, entre otros, referido al tema a investigar para establecer los procedimientos a seguir y definir un diseño y la dimensión que se utilizarán en los ensayos para obtener resultados aceptables.

Observación directa: Esta técnica nos permitirá recopilar datos que se registrarán en el laboratorio para nuestros ensayos que se tendrán que realizar

para evaluar el comportamiento mecánico – dinámico de la viguetas y testigos a base de plástico reciclado con el cual se busca reducir los costos y alcanzar la resistencia requerida de $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Instrumentos de recolección de datos

Para mi recolección de datos en laboratorio se emplearon los siguientes formatos de acuerdo a la NTP, ASTM, y ACI 211.

Formato para la granulometría del agregado fino y grueso según la norma A.S.T.M. C-136 (TNP 400.012).

Este formato de la tabla 9 nos ayudará a conocer el módulo de fineza de los agregados finos que usaremos para elaborar concreto, así mismo el formato de la tabla 10 nos permitirá saber si cumple el requisito de los porcentajes que pasan en la curva granulométrica nos ayudara a identificar y corregir nuestros agregados.

Tabla 10: *Formato de granulometría para los agregados finos.*

Tamiz N°	Peso del tamiz (gr)	Abertura (mm)	Peso del tamiz más agregado fino (gr)	Peso del agregado fino (gr)	% retenido	% acumulado	% que pasa	Requisito de %
3/8		9.500						
4		4.750						
8		2.360						
16		1.180						
30		0.600						
50		0.300						
100		0.150						
200		0.075						
Fondo								
Total								

Fuente: Elaboración propia.

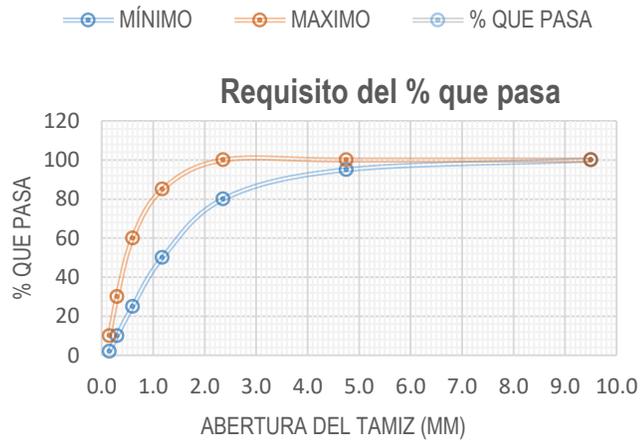


Figura 17: Curva granulométrica.

Formato de contenido de humedad y absorción apreciado en la tabla 11 para el agregado fino, grueso y tereftalato. Así como indica la norma A.S.T.M. D 2216 (TNP 339.185).

Tabla 11: Formato para el contenido de humedad.

Contenido de humedad	
Peso de la tara (gr)	
Peso de la tara y muestra húmeda (gr)	
Peso de la tara y muestra seca (gr)	
Peso del agua (gr)	
Contenido de humedad (%)	

Fuente: Elaboración propia.

Formato para la densidad suelta y compactada del agregado fino y grueso tal como indica la norma A.S.T.M. C 128 (TNP 400.017) como se ve en la tabla 12.

Tabla 12: *Formatos densidad suelta y compactada de los agregados.*

VOLUMEN DEL MOLDE				
MUESTRA	N°1	N°2	N°3	PROMEDIO
Diametro interior del molde (cm)				
Altura interior del molde (cm)				
Volumen del molde (cm3)				
DENSIDAD SUELTA DEL AGREGADO FINO				
MUESTRA	N°1	N°2	N°3	PROMEDIO
Peso del molde (g)				
Peso del molde y agregado fino (g)				
Peso del agregado fino (g)				
Densidad suelta (g/cm3)				
DENSIDAD COMPACTADA DEL AGREGADO GREUSO				
MUESTRA	N°1	N°2	N°3	PROMEDIO
Peso del molde (g)				
Peso del molde y agregado fino (g)				
Peso del agregado fino (g)				
Densidad suelta (g/cm3)				

Fuente: Elaboración propia.

Formato para para calcular el peso específico y absorción del agregado fino, grueso y tereftalato. Así como indica la norma A.S.T.M. C 128 (TNP 400.017) como muestra la tabla 13.

Tabla13: *Formato para el peso específico y absorción.*

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN		
MUESTRA		1
A	PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AIRE) (g)	
B	PESO FIOLA+ AGUA	
C	PESO FIOLA+MUESTRAS.S.S+AGUA	
$D=(A+B)-C$	VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIOS (BRUTO)	
E	PESO DEL MATERIAL SECO EN EL HORNO	
$F=D-(A-E)$	VOLUMEN DE MASA (NETO)	
D/C	PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) (g./cc)	
A/C	PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) (g./cc)	
D/E	PESO ESPECIFICO APARENTE (BASE SECA) (g./cc)	
$((A-E)/E).100$	% DE ABSORCION	

Fuente: Elaboración propia.

3.5.Procedimientos

La siguiente figura 18 aplica un procedimiento constructivo en la elaboración del concreto tradicional, así mismo para la elaboración del concreto con adición de tereftalato. Así también esta expresado las actividades de todo el proceso.

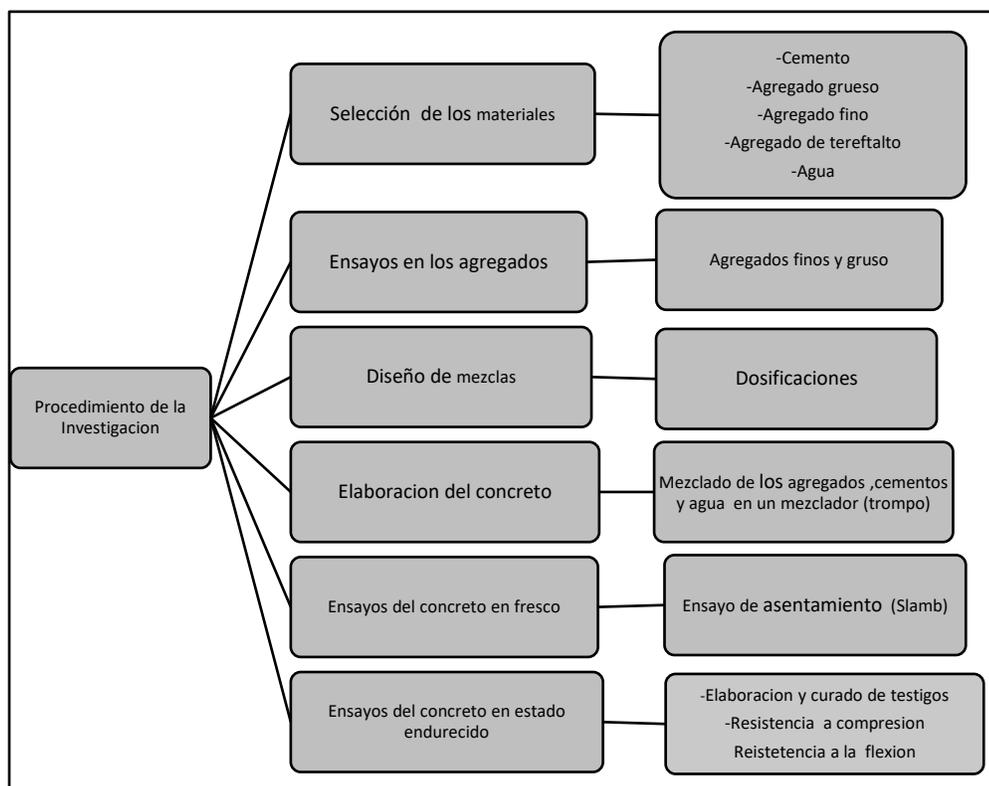


Figura 18: Representación esquemática del procedimiento de la investigación.

3.6.Método de análisis de datos

El análisis de datos logrado en un enfoque cuantitativo, presentan el nivel de análisis explicativo ligado a la hipótesis, habiendo este último el más indicado para la actual investigación. Los datos se estudiarán ligado a la hipótesis, la obtención de los datos estará mediante instrumentos confiables y viables, que serán tabulados y sistematizados en tablas y gráficos usando la herramienta Microsoft Excel, hacia su posterior evaluación y contrastación con la hipótesis en estudio.

Método

El método experimental consiste en organizar algún hecho de acuerdo a un rol de pan para después aplicarlo intencionalmente, a uno o más grupos con el fin de observar sus efectos (Cordova,2019, p.80).

Tipo de investigación

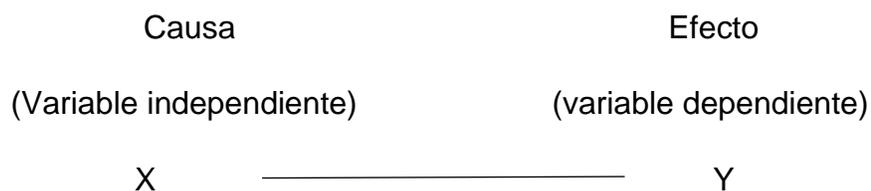
La investigación cuantitativa plantea que una forma confiable para saber su realidad se basa en la recolección y análisis de datos, con el cual se contestaría las preguntas de investigación y probar hipótesis. Este tipo de investigación se respalda en la medición numérica, el conteo y usa como herramienta básica las estadísticas para conocer con exactitud el comportamiento de la población (Borja,2012, p.11).

Nivel de investigación

Se emplea el nivel explicativo por que se encarga de encontrar el por qué d ellos hechos mediante del establecimiento de relaciones causa y efecto. En este punto los estudios explicativos pueden determinar la causa como de los efetos mediante la prueba de hipótesis (Arias,2012, p.26)

Diseño de investigación

El diseño experimental tiene como principal razón saber los efectos producidos por la manipulación intencional de una o más variables independientes, produciendo cambios y así analizar sobre las variables dependientes (supuestos efectos. consecuentes) basado a un grupo control (Hernandez,2014, p.121).



3.7.Aspectos éticos

Para la recolección de información, datos y otros se recurrió al manual ISO 690 para que los contenidos de referencias bibliográficas estén respaldados con el derecho de autor.

IV.RESULTADOS

Los ensayos fueron realizados teniendo en cuenta la norma NTP 339.034, ASTM C-29 y ACI 211.

La empresa WRC Ingeniería & Geotecnia S.A.C brinda los servicios de laboratorio y certificación de sus ensayos en Lima: Ca. Las Magnolias MZ H1 Lt.3. Distrito San Martín. Así mismo nos validó la certificación de sus máquinas y equipos en laboratorio con la calibración precisa y buen funcionamiento.

Los ensayos que se realizaron en laboratorio fueron:

- Ensayo a compresión
- Ensayo a flexión

Para el ensayo a compresión se usó probetas cilíndricas de concreto con dimensiones de 6"x12" donde debe alcanzar una resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ como mínimo, en donde adicionamos tereftalato reciclado como agregado fino que se reemplazó en 10%,20% y 30% respecto al peso de la arena.

Para el ensayo a flexión se usó vigas prismáticas de concreto con dimensiones de 6"x6"x21" para alcanzar una resistencia máxima expresada en $MR=45\text{kg/cm}^2$ o en donde agregamos tereftalato reciclado como agregado fino que se reemplazó en 10%,20% y 30% respecto a la arena.

Diseño de mezcla

Para el diseño del concreto se utilizó el método ACI 211, cuya resistencia de diseño elegido es de 210 Kg/cm² para ello se procedió conforme a lo estipulado en la dicha norma, de igual manera para los ensayos de los agregados se procedió de acuerdo a las especificaciones de la NTP 400.037.

Para el ensayo de granulometría del tereftalato se usó la norma ASTM C-136 y NTP 400.012 para obtener el módulo de finura y precisar que no pase el máximo permisible a 3.5, los detalles de este resultado se aprecian en el anexo 36. También se hizo el ensayo del peso específico y la absorción bajo la norma ASTM C-128 y NTP 400.017 donde se determinó que el tereftalato tiene un alto porcentaje de absorción de 4.12 % detallado en el anexo 41, este dato nos ayudó para realizar una corrección por humedad en el diseño de concreto con adición de tereftalato reciclado. Así mismo se determinó el contenido de humedad del tereftalato usando la norma ASTM D2216 y NTP 339.185 donde resultó 0.1% especificado en el anexo 39 lo que indica que este producto no contiene humedad.

Para el cálculo del porcentaje de absorción del tereftalato:

$${}^0/{}_0 A_{bs} = \left(\frac{A - E}{E} \right) * 100$$

$${}^0/{}_0 A_{bs} = \left(\frac{101-97}{97} \right) * 100 = 4.12\%$$

Donde:

%A_{bs}=Porcentaje de absorción del material

A: Peso material saturado seco en aire

E: Peso del material seco en horno

Para el cálculo del porcentaje de contenido del tereftalato:

$$\% C_h = \frac{p_a \times 100}{P_{m+t} - p_t}$$

$$\% C_h = \frac{1 \times 100}{1050 - 450} = 0.1 \%$$

Donde:

% C_h: Porcentaje de contenido de humedad del tereftalato

P_{m+t}: Peso de la muestra más tara

P_t: Peso de la tara

Dosificación de materiales

Teniendo en cuenta el método del comité ACI 211 se diseñó el concreto patrón con resistencia a la compresión de 210 kg/cm² con los datos obtenidos de los ensayos realizados a los materiales apreciados en la tabla 14 y con más detalle en el anexo 42. Así mismo indicar que los agregados ensayados son de la cantera trapiche en Comas.

Tabla 14: *Datos de los ensayos para el diseño de concreto.*

ENSAYOS FÍSICOS	AGRE. GRUESO	AGRE. FINO
TAM. MAX. NOMINAL	3/4"	-
MÓDULO DE FINEZA		3.00
PESO UNITARIO SUELTO (KG/M ³)	1,577	1,401
PESO UNITARIO COMPACTADO (KG/M ³)	1,710	1,651
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (GR/CC)	2.70	2.65
% DE ABSORCIÓN	0.42	2.90
% HUMEDAD	0.30	1.40
PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO	3.15	
CEMENTO ANDINO	TIPO (I)	

Fuente: Elaboración propia.

Para un concreto normal se tiene la proporción de diseño como se observa en la tabla 15, en donde se aprecia la dosificación de agregados para un metro cubico de concreto resultando 367 kg de cemento,855 kg de arena ,906 kg de piedra y 205 litros de agua.

Con este diseño se obtuvo 8.6 bolsas de cemento de (42.5 kg) y el cemento usado es cemento andino tipo 1, relación a/c=0.56 y slump de 3 pulgadas.

Tabla 15: *Dosificación del concreto patrón por m³.*

PROPORCIÓN DE DISEÑO	Cemento kg	Agregado Fino kg	Agregado Grueso kg	Agua lt
	367	855	906	205

Fuente: Elaboración propia.

Dosificación para 10% de tereftalato.

Previo análisis se calculó la corrección del exceso de agua considerando la humedad y absorción del tereftalato. Se procede a operar el 10% el peso húmedo de la arena 867 kg dando como resultado 87 kg de tereftalato, con este resultado se calcula.

$$E_a = teref \times \left(\frac{\%H}{100} - \frac{\%Abs}{100} \right) = -3$$

Ea: Exceso de agua

Teref: tereftalato

$$A = A_d - E_a = 222$$

%H: Porcentaje de humedad

%Abs: Porcentaje de absorción

A: Agua Adicional

A_d:Agua de diseño húmedo

En la tabla 16 se aprecia la dosificación del concreto por m³ adicionando 10% de tereftalato reciclado, esta mezcla tiene un asentamiento del concreto 2.3 pulgadas de promedio.

Tabla 16: *Dosificación con el 10 % de tereftalato.*

PROPORCIÓN DE DISEÑO	Cemento kg	Agregado Fino kg	Agregado Grueso kg	Agua lt	Tereftalato kg
	367	780	909	222	87

Fuente: Elaboración propia.

Dosificación para 20%de tereftalato.

Previo análisis se calculó la corrección del exceso de agua considerando la humedad y absorción del tereftalato. Se procede a operar el 20% el peso húmedo de la arena 867 kg dando como resultado 173 kg de tereftalato, con este resultado se calcula.

$$E_a = teref \times \left(\frac{\%H}{100} - \frac{\%Abs}{100} \right) = -7$$

$$A = A_d - E_a = 226$$

En este cuadro de la tabla 17 se observa la dosificación del concreto adicionando 20% de tereftalato reciclado, este concreto resultó un asentamiento del concreto de 1.9 pulgadas de promedio.

Tabla 17: *Dosificación con el 20%.*

PROPORCIÓN DE DISEÑO	Cemento kg	Agregado Fino kg	Agregado Grueso kg	Agua lt	Tereftalato kg
	367	694	906	226	173

Fuente: Elaboración propia.

Dosificación para 30% del tereftalato.

Antes de analizar se calculó la corrección del exceso de agua considerando la humedad y absorción del tereftalato. Se procede a operar el 30% el peso húmedo de la arena 867 kg dando como resultado 260 kg de tereftalato, con este resultado se calcula.

$$E_a = teref \times \left(\frac{\%H}{100} - \frac{\%Abs}{100} \right) = -10$$

$$A = A_d - E_a = 229$$

En el cuadro de la tabla 18 aprecia la dosificación del concreto con 30% de tereftalato reciclado en remplazo del agregado fino respecto al peso, donde resultó un slump de ½" de promedio.

Tabla 18: *Dosificación con el 30 %.*

PROPORCIÓN DE DISEÑO	Cemento kg	Agregado Fino kg	Agregado Grueso kg	Agua lt	Tereftalato kg
	367	607	906	229	260

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Resultados de ensayos a compresión

Los resultados obtenidos en 7, 14 y 28 días de curado normal concreto patrón, también 10%, 20% y 30% de adición de tereftalato. Para este paso se consideró su máxima resistencia del concreto a los 28 días de curado de cada uno de los porcentajes, y el resultado con más detalle se aprecia en los anexos 123.

En la tabla 19 se aprecia el resumen de la máxima resistencia que llegó el concreto a los 28 días después de su curado normal, y una comparación con las otras resistencias adicionando plástico.

Tabla 19: Promedio de los resultados a compresión 28 días.

Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos ASTM c 39						
N.º de testigos	Identificación	Edad (días)	f'c (kg/cm ²)			f'c promedio(kg/cm ²)
3	Diseño patrón	28	336	333	329	333
3	10%	28	299	300	305	301
3	20%	28	295	294	298	296
3	30%	28	262	273	269	268

Fuente: Elaboración propia.

El resumen del gráfico de barras de la figura 19 se observa que el concreto con adición de plástico en diferentes proporciones se diferencia significativamente del concreto patrón a los 28 días bajo la norma ASTM C39 estos resultados se puede apreciar con más detalles en el anexo 123.

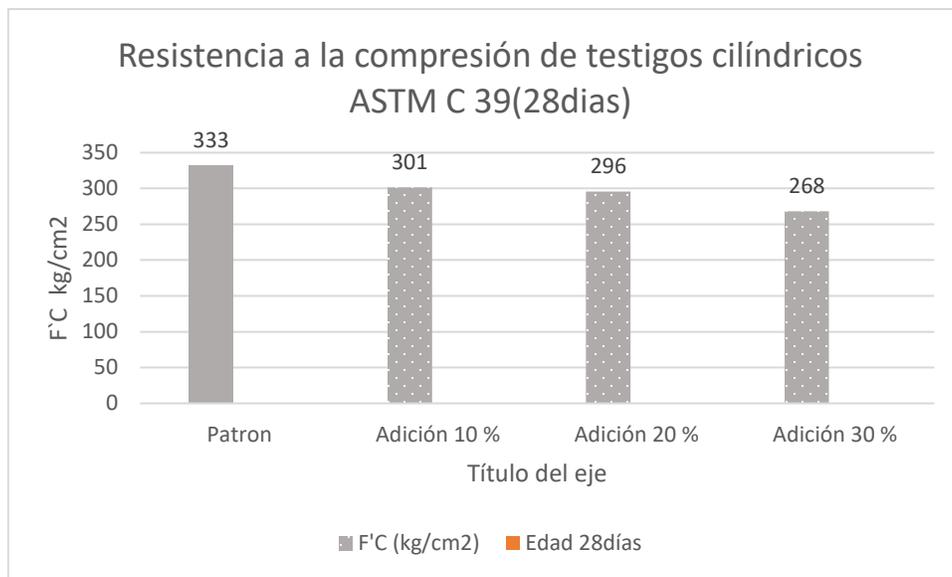


Figura 19: Resistencia vs porcentaje de adición.

Ensayos a flexión de vigas

Los resultados que se obtuvo en laboratorio está bajo la norma ASTM C78, estos ensayos se realizaron a los 7,14y 28 días de su curado normal. Se tomó en cuenta la máxima resistencia a los 28 días, en los anexos 49,50,51 y 52 se aprecia los detalles correspondientes.

Se tomó en cuenta el área fracturada de la viga ya que depende de la fractura se toma en cuenta para evaluar, se usó la segunda formula porque las fallas de las vigas se apreciaron en el tercio medió de su claro.

$$R = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:

R= Modulo de ruptura

P=Carga máxima aplicada (kn,kg)

L=Longitud de separación de apoyos

b=Ancho promedio del espécimen

d=espesor promedio del espécimen

Cálculo de los promedios Viga patrón:

$$R = \frac{(32.17 \times 101.97) \times 45}{(15 \times 15^2)} = 43$$

Cálculo de los promedios Viga 10%:

$$R = \frac{(28.81 \times 101.97) \times 45}{(15 \times 15^2)} = 39$$

Cálculo de los promedios Viga 20%:

$$R = \frac{(27.7 \times 101.97) \times 45}{(15 \times 15^2)} = 38$$

Cálculo de los promedios Viga 30%:

$$R = \frac{(26.69 \times 101.97) \times 45}{(15 \times 15^2)} = 36$$

En el cuadro de resultados de la tabla 20 se observa la máxima resistencia del concreto a 28 días sometidos a dos cargas puntuales distantes a 15cm en el tercio medio de la viga bajo la norma ASTM C78. Según el área donde fallo se aplicó la segunda fórmula donde indica.

Se muestra el resumen de los resultados de la viga.

Tabla 20: *Lecturas promedio del ensayo a flexión de vigas.*

Resistencia a flexión de vigas ASTM c78						
N.º de testigos	Identificación	Edad (días)	Mr (kg/cm ²)			Mr promedio (kg/cm ²)
3	Diseño patrón	28	45	43	42	43
3	10%	28	40	39	39	39
3	20%	28	38	39	37	38
3	30%	28	37	35	36	36

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico de barras de la figura 20 se observa las vigas de concreto sin adición y con adición de plástico en diferentes proporciones que se diferencia significativamente del concreto patrón a los 28 días, bajo la norma ASTM C39.

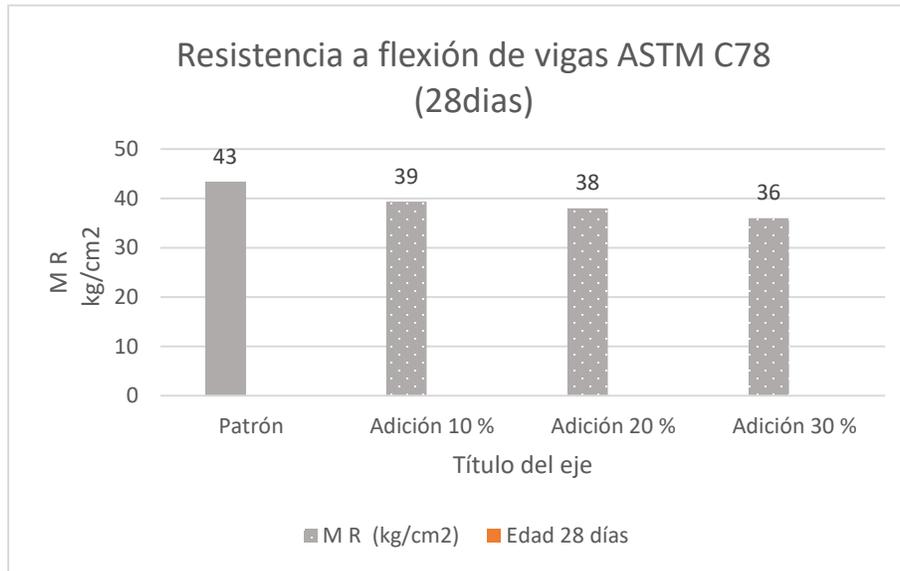


Figura 20: Módulo de ruptura vs adición en porcentajes.

Cada probeta y viga fue certificada por el laboratorio de la empresa WRC Ingeniería & Geotecnia S.A.C.

Contrastación de hipótesis

Prueba de hipótesis con el estadístico t de student Utilizando el P valor.

Teniendo en cuenta que el P valor refiere a la significancia.

Si P valor > nivel de significancia → se acepta la Ho

Si P valor < nivel de significancia → Se rechaza la Ho

En la siguiente prueba de hipótesis se tomó en cuenta un porcentaje óptimo, 10% de adición de tereftalato ya que se observó que los resultados obtenidos bajan la resistencia en cada uno de los porcentajes, las demás pruebas se aprecian con mas detalle en los anexos 63 y 64.

a) Se tiene los datos previos (Slump)

Para hacer la contrastación de hipótesis se usó el software minitab, así como también el Excel para la formulación de tablas.

Paso 1

Hipótesis de investigación 1.

“La adición del tereftalato mejora las propiedades físicas del concreto del diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020”

Para verificar su efectividad del tereftalato en el concreto se realizó tres medidas de asentamiento mediante el cono de Abrams, en la tabla 21 se pueden apreciar estas mediciones.

Tabla 21: *Medidas de slump del concreto con 10% de tereftalato.*

Identificación	Slump (pulg)			Slum promedio(pulg)
10%	2.0	2.6	2.3	2.3

Fuente: Elaboración hecho por el autor.

Paso 2

Se evaluó considerando un nivel de confianza de 95%, así también se considero un nivel de significancia de 5% y una media hipotética de 3 (pulgadas).

$$H_0: \mu \leq 3$$

$$H_1: \mu > 3$$

$$\text{Nivel de significancia} = 0.05$$

Paso 3

T de una muestra: Slump

Se tiene los datos estadísticos de la μ :media prueba de Slump

Estadísticas descriptivas				
N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
3	2.300	0.300	0.173	1.794

μ : media de Slump

Figura 21: Datos estadísticos en minitab.

Resultados de las estadística en minitab

Prueba	
Hipótesis nula	$H_0: \mu = 3$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu > 3$
Valor T	Valor p
-4.04	0.972

Figura 22: Datos de prueba de hipótesis.

Paso 4

Se ubica el límite en la distribución t calculado de una tabla de estadística, ver anexo 65.

$$gl : N - 1$$

$$gl = 3 - 1 = 2$$

$$\gamma = 1 - \alpha = 1 - 0.05 = 0.95$$

$$t_{.95} = 2.92$$

Donde:

gl : Grados de libertad

α : Nivel de significancia

γ : Nivel de confianza

$t_{.95}$: Distribución t de estudent (por tabla)

N : Número de muestras

Calculamos la desviación estándar

$$s = \frac{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2}}{N - 1}$$

$$s = \frac{\sqrt{\sum(2 - 2.3)^2 + (2.3 - 2.3)^2 + (2.6 - 2.3)^2}}{3 - 1} = 0.3$$

Estadístico t de prueba calculado:

$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{s}{\sqrt{N}}}$$

$$t = \frac{2.3 - 3}{\frac{0.3}{\sqrt{3}}} = -4.04$$

Donde :

X=resultados del ensayo

N:numero de muestras

T:valor t calculado

S:desviacion estandar

μ : media la muestra

\bar{x} : media hipotética

Paso5

Formulación de hipótesis:

H₀: La adición del tereftalato no mejora las propiedades físicas del concreto del diseño de pavimento rígido en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020.

H₁: La adición del tereftalato mejora las propiedades físicas del concreto del diseño de pavimento rígido en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020.

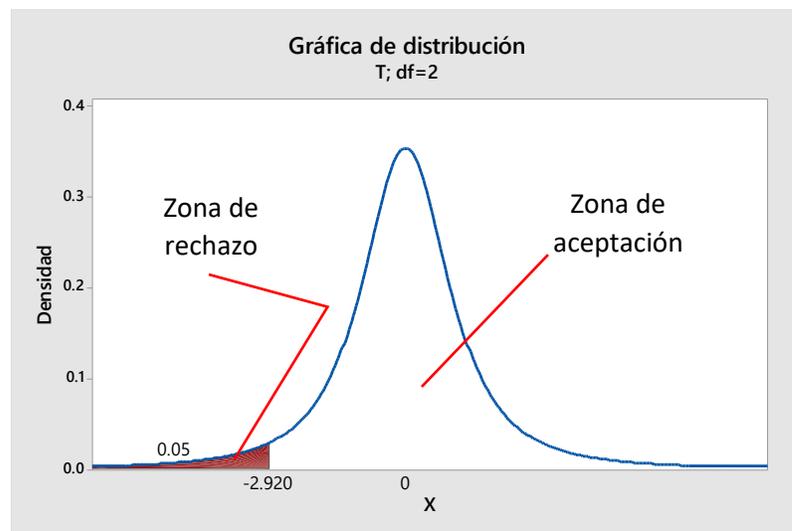


Figura 23: Curva de distribución normal en probetas.

Decisión y conclusión

Los valores de t : -4.04 respecto al slump calculado se encuentra en la zona de rechazo tal como se observa en la figura 23, lo que indica que se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula.

Con esto se concluye que adicionar tereftalato al 10 % en el concreto no mejora el slump, lo que indica que sus propiedades físicas son tiene efectos desfavorables.

a) Se tiene los datos previos (probetas y vigas)

Paso1

Hipótesis de investigación 2

“Con la adición del tereftalato incrementa las propiedades mecánicas del concreto para el diseño del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020”

Probetas: Para verificar su influencia en la resistencia a compresión del concreto adicionando 10% de tereftalato, en la tabla 22 se aprecia las lecturas obtenidas.

Tabla 22: *Lecturas de resistencia a completión de las probetas.*

N.º de testigos	Identificación	Edad (días)	F'C (kg/cm ²)			F'C promedio(kg/cm ²)
3	Diseño patrón	28	336	333	329	333
3	10%	28	299	300	305	301

Fuente: Elaboración propia.

Paso 2

En esta oportunidad se estimó el nivel de confianza de 95%, así también un nivel de significancia de 5%.

$$H_0: \mu \leq 333 \text{ Kg/cm}^2$$

$$H_{2.1}: \mu > 333 \text{ Kg/cm}^2$$

Nivel de significancia = 0.05

Paso 3

T de una muestra: Resistencia a compresión

Se tiene los datos estadísticos de la μ : media resistencia a compresión

Estadísticas descriptivas				
N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
3	301.33	3.21	1.86	295.91

μ : media de resistencia a compresión

Figura 24: Datos estadísticos en minitab.

Prueba	
Hipótesis nula	$H_0: \mu = 333$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu > 333$
Valor T	Valor p
-17.06	0.998

Figura 25: Pruebas estadísticas en minitab.

Ubicación de límites en la distribución t calculado de una tabla de estadística

$$gl = 3 - 1 = 2$$

$$\gamma = 1 - \alpha = 1 - 0.05 = 0.95$$

$$t_{.95} = 2.92$$

Estadístico t de prueba calculado:

$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{s}{\sqrt{N}}} = -17.06$$

Desviación estándar calculado

$$s = \frac{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2}}{N - 1} = 3.21$$

Vigas: Para verificar su influencia en la resistencia a flexión del concreto adicionando 10% de tereftalato, en la tabla 23 se aprecia los datos obtenidos en laboratorio.

Tabla 23: Lecturas de resistencia a flexión de vigas.

N.º de testigos	Identificación	Edad (días)	MR (kg/cm ²)			M R promedio (kg/cm ²)
3	Diseño patrón	28	45	43	42	43
3	10%	28	40	39	39	39

Fuente: Elaboración propia del autor.

$$H_0: \mu \leq 43 \text{ Kg/cm}^2$$

$$H_{2.2}: \mu > 43 \text{ Kg/cm}^2$$

Nivel de significancia = 0.05

T de una muestra: Resistencia a compresión

Se tiene los datos de la μ : media resistencia a compresión

Estadísticas descriptivas				
N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
3	39.333	0.577	0.333	38.360

μ : media de resistencia a flexión

Figura 26: Datos estadísticos en minitab.

Prueba	
Hipótesis nula	$H_0: \mu = 43$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu > 43$
<u>Valor T</u>	<u>Valor p</u>
-11.00	0.996

Figura 27: Pruebas estadísticos en minitab.

Estadístico t de prueba calculado:

$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{s}{\sqrt{N}}} = -11.00$$

Desviación estándar calculado

$$s = \frac{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2}}{N - 1} = 0.57$$

Paso 4

Formulación de hipótesis:

H_0 : Con la adición del tereftalato no incrementa las propiedades mecánicas del concreto para el diseño del pavimento rígido en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020.

$H_{2.1}$: Con la adición del tereftalato incrementa las propiedades mecánicas del concreto para el diseño del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020

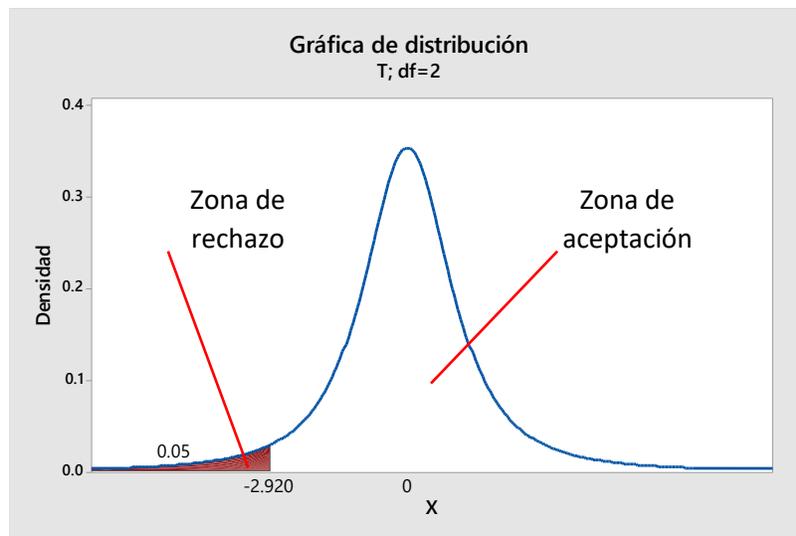


Figura 28: Curva de distribución normal para vigas.

Decisión y conclusión

Los valores de t_1 : -17.6 respecto los ensayos de compresión y t_2 : -11.00 con respecto a los ensayos a flexión se encuentran en la zona de rechazo tal como se observa en la figura 28, lo que indica que se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula.

Con esto se concluye que adicionar tereftalato al 10 % en el concreto no mejora en la resistencia a compresión y la resistencia a flexión.

c) Se tiene los datos previos (costo por m³)

En cuanto a la hipótesis específica tres, se evaluó precios para saber si el metro cúbico de concreto con adición de tereftalato es más rentable que el concreto convencional se evaluó precios expresados en la tabla 23.

Paso 1

Hipótesis de investigación 3

“Adicionar tereftalato a la mezcla es más económico que el concreto convencional en el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres zona f Huaycán Ate, 2020”

Tabla 23: *Estimación por metro cúbico del concreto normal y con plástico.*

Costo por m ³ de concreto	Convencional (S/)	10% de tereftalato (S/)	Propuesta 2	Propuesta 3
Cemento	216	216	216	216
Arena	37.2	33.6	33.6	33.6
Piedra	34.8	34.8	34.8	34.8
Tereftalato	-	26	25	27
Total, S/.	288	310.4	309.4	311.4

Fuente: Hecho por el autor.

$$H_0: \mu \leq 288 \text{ Kg/cm}^2$$

$$H_{2.2}: \mu > 288 \text{ Kg/cm}^2$$

Nivel de significancia = 0.05

Paso 2

T de una muestra: Costos por m³

Se tiene los datos de la μ :media costo por m³ de concreto

Estadísticas descriptivas				
N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95% para μ
3	310.400	1.000	0.577	312.086

μ : media de costo

Figura 29: Datos estadísticos en minitab.

Prueba	
Hipótesis nula	$H_0: \mu = 288$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu < 288$
Valor T	Valor p
38.80	1.000

Figura 30: Prueba estadística de la hipótesis.

Paso 3

Ubicación de límites en la distribución t calculado de una tabla de estadística

$$gl = 3 - 1 = 2$$

$$\gamma = 1 - \alpha = 1 - 0.05 = 0.95$$

$$t_{.95} = 2.92$$

Estadístico t de prueba calculado:

$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{s}{\sqrt{N}}} = 38.80$$

Desviación estándar calculado

$$s = \frac{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2}}{N - 1} = 1$$

Paso 4

Formulación de hipótesis:

Ho: Adicionar tereftalato a la mezcla no es más económico que el concreto convencional para el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres zona f Huaycán Ate, 2020.

H4: Adicionar tereftalato a la mezcla es más económico que el concreto convencional en el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres zona f Huaycán Ate, 2020.

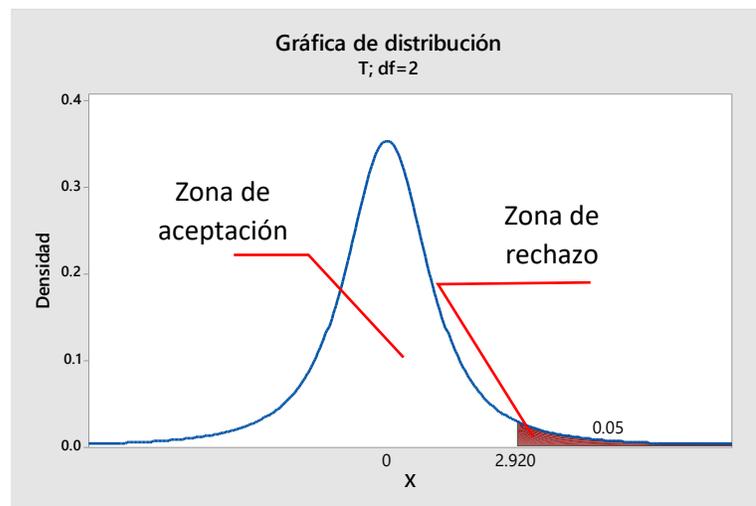


Figura 31: Curva de distribución normal de precios.

Decisión y conclusión

Los valores de t_1 : 38.80 respecto a los precios por metro cubico de concreto se encuentran en la zona de rechazo tal como se observa en la figura 31, lo que indica que se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula. Con esto se concluye que utilizar tereftalato al tereftalato en el concreto aumenta su precio por metro cubico a diferencia del concreto tradicional.

V.DISCUSIÓN

En relación a mis resultados obtenidos en laboratorio con respecto a la resistencia a compresión adicionando 10% de tereftalato me resultó un promedio de 331 kg/cm² y adicionando 20% obtuve un promedio de 295.6 kg/cm² a los 28 días de curado, cumpliendo con la normativa de $f'c=210\text{kg/cm}^2$. Por lo que estoy en desacuerdo con el autor Parra Carlos que tiene como objetivo en su tesis la aplicación del plástico reciclable en la mezcla de concreto $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ para verificar su influencia en la resistencia de compresión (2019), en su adición de 12 % obtuvo 197.81 kg/cm² y adicionando 18% tiene 190.61 kg/cm² se observó que no logra alcanzar a la resistencia requerida.

En función a los resultados adquiridos en los ensayos de resistencia a flexión del concreto con el 10 % de adición de tereftalato con relación al agregado fino el módulo de rotura promedio es de 39 Kg/cm² , en debate con el investigador Ramírez Alex quien tiene como objetivo la resistencia a flexión del concreto sustituyendo el agregado grueso con 3% y 5% de plástico PET (2019), la proporción de su 5 % tiene un módulo de ruptura promedio de 36.25 kg/cm² por lo que estoy en desacuerdo con su resistencia obtenida ya que superamos su resultado.

Confrontando nuestra investigación con el 10% de adición de tereftalato como agregado fino se obtuvo 333 kg/cm² de resistencia a compresión de un diseño $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ por lo que estamos de acuerdo en comparación a los resultados obtenidos de la tesis de Esquivel Pedro y Ticliahuanca Marian: Resistencia y agrietamiento por contracción del concreto para pavimentos rígidos con incorporación de fibras PET (2019) y es que ellos nos superaron en resistencia porque las fibras PET alargadas trabajan de manera más óptima en las propiedades mecánicas del concreto. Por lo que los autores emplearon una proporción de 7% de fibra PET, donde obtuvieron un resultado en resistencia a compresión de 457.41 kg/cm² de un diseño $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ de resistencia a la compresión a los 28 días de curado.

Con los resultados conseguidos al 30% de adición de tereftalato en forma de gránulos finos alcanzamos una resistencia a la compresión promedio de 268 Kg/cm² a los 28 días de curado por lo que estoy de acuerdo con la investigación realizada por el autor Baldeon Alayo, Jerry Frances con el título de: Mejoramiento funcional en las propiedades del concreto hidráulico incorporando fibras de polipropileno al pavimento rígido, Comas- El correo, 2017. Por lo que el tesista consiguió una resistencia a la compresión promedio de 302.57 Kg/cm² con un 50% de adición usando fibras de propileno a sus 28 días también de curado. Quedando demostrado que las fibras PET le dan mayor resistencia de compresión al concreto que el tereftalato PET al ser un granulo fino que no mejora las propiedades mecánicas del concreto hidráulico existiendo ya varios antecedentes de investigación.

VI. CONCLUSIONES

El proponer un diseño de un pavimento rígido $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ adicionando tereftalato no lo que no sería lo más óptimo en la avenida Andrés Avelino Cáceres porque no se logró superar al diseño patrón de (333 Kg/cm^2) según nuestros resultados con ninguna de las adiciones de 10%, 20% y 30% tanto en resistencia a flexión como en compresión. Se podría proponer utilizarse la adición de tereftalato en edificaciones con baja resistencia como sardineles, veredas, lozas deportivas, muretes y otros en donde los esfuerzos y fatigas no causan gran impacto de desgaste de fisuramiento y agrietamientos evitando así fases de rupturas.

Se determinó mejorar el slump del concreto en las propiedades físicas para el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ con adición de tereftalato por lo que no aumento su trabajabilidad en la muestras de concreto fresco ya que bajo de consistencia o fluidez en todas las pruebas realizadas en el vaciado de probetas y vigas, como ejemplo tenemos en un concreto convencional su slump fue de 3 pulgadas y en el de concreto con adición de 10% de tereftalato es de 2.5 pulgadas, observando que decae su fluidez cuando el concreto se encuentra en estado fresco.

Al proponer aumentar las propiedades mecánicas del concreto en la resistencia a compresión y resistencia a flexión del diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ no se logró conseguir adquirir mejoras, decreciendo de forma gradual hasta los 28 días de fraguado con respecto al diseño patrón en su resistencia a compresión de (333Kg/cm^2) y la resistencia a flexión de (43Kg/cm^2) comprobándose de esta manera que con el módulo de rotura en las vigas y con la resistencia a compresión en las muestras cilíndricas de las probetas no se aumentó las propiedades mecánicas. También se puede concluir que se analizó que mientras que el concreto normal se fracturo en su totalidad, el concreto con adición de tereftalato sufrió una fractura parcial, sin perder su forma y con una pérdida o disgregación de material mínima con

respecto a la mezcla patrón. La adición de tereftalato produce mayor agarre y evita la fractura o desprendimiento total del concreto fraguado, otorgándole un porcentaje de la ductilidad que el concreto carece.

Se analizo que la diferencia de costo beneficio de un concreto con adición de tereftalato a un concreto convencional no es rentable según se muestra en la tabla 23 donde el precio de un concreto normal incluido IGV es de S./ 288 soles por metro cubico y el de un concreto con adición de 10% de tereftalato incluido IGV es de S./ 310.40 soles por metro cubico, lo que nos lleva afirmar que el plástico reciclado nos salió más costoso por el servicio de triturado en maquina por kilo reciclado lo cual incremento el costo del concreto en un 7.7% por ciento más su precio.

VII. RECOMENDACIÓN

Se recomienda que se podría usar la adición de tereftalato en un diseño de concreto porque nos proporciona el beneficio de cuidar el medio ambiente, realizando el reciclado de botellas plásticas de tereftalato y utilizándolo en ciertas obras públicas como veredas, losas deportivas, o vías peatonales de baja resistencia para adicionarlo en el concreto y así su degradación será más segura para no contaminar el ecosistema evitando de saturar los rellenos sanitarios y creando conciencia de responsabilidad para reciclar los desechos sólidos de tereftalato y de esta manera evitar un impacto ambiental que sería muy perjudicial para nuestro habitat.

Se sugiere tener en cuenta las normas de ACI, ASTM, NTP para poder hacer un ensayo correcto en laboratorio y obtener datos confiables para su diseño de mezcla. Muy importante porque esta norma nos ayuda al control de calidad del concreto ya que son herramientas importantes para cumplir de forma acertada, porque cuando estos procedimientos son realizados de manera equivocada y no contiene el rigor de la metodología propuesta por las normas, los resultados suelen ser de muy poca utilidad.

Se aconseja hacer una corrección por humedad al diseño de mezcla, esto es porque el tereftalato tiene un porcentaje de absorción mayor a 3%. Esto se debe a que la cantidad de agregados que deben ser pesadas para el concreto más aun con la presencia de adición del tereftalato se deberán considerar la humedad de aquel ya que la capacidad de absorción de un agregado está dada por la cantidad de agua que necesita para pasar del estado seco al estado saturado superficialmente seco.

Se recomienda vibrar el concreto en el vaciado a las probetas, así también de seguir correctamente el chuseado según la norma que indica 25 por cada capa, esto para evitar la formación de estas bolsas de aire que se presentan en los especímenes tanto en vigas como en probetas permitiendo así la correcta colocación del concreto. Con mucha más razón la utilización de vibradores de concreto en obra cuando se adiciona tereftalato de polietileno.

Como sugerencia final se puede usar aditivo plastificante para darle mejor trabajabilidad al concreto fresco y darle mejor consistencia, fluidez al momento de realizar el slump resultando un mejor asentamiento al concreto con adición de tereftalato en sus diferentes proporciones como los que se están proponiendo de 10%, 20% y 30%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

-ARTEAGA, Jefferson. Análisis del comportamiento de la base-cemento para pavimentos con adición de residuos PEt reciclado. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2018.

Disponible en:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16406/1/DOCUMENTO-ANALISIS%20DEL%20COMPORTAMIENTO%20DE%20LA%20BASE%20%20CEMENTO%20PARA%20PAVIMENTOS%20CON%20ADICION%20DE%20RESIDUOS%20PET%20RECICLADO.pdf>.

-ARIAS, Fidias. El proyecto de investigación.6.ªed.Caracas: Editorial Episteme,2012.143 pp.

ISBN:9800785299

ACEVEDO,Ana y POSADA, Juan. Polietileno tereftalato como remplazo parcial del agregado fino en mezcla de concreto. Revista Ingenierías Universitarias de Medellin,18(34):45-56,2019.

ISSN:2248-4094

-AQUINO, Roberto. Diseño y Aplicación de concreto ecológico con fibras de polipropileno para pavimentos rígidos. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2015.

Disponible: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/630>

-ALESMAR, L., RENDÓN, N., & KORODY, M. Diseños de mezcla de tereftalato de polietileno (pet) – cemento. Caracas: Universidad Central de Venezuela, 2015.

-ALEJANDRO Santiago, Miguel et al. Diseño y elaboración de adoquines de PET reciclado. Revista Ideas en Ciencia, (44): 7 – 18, julio-diciembre 2015.

ISSN:2007-5197

- BALDEON, Jerry. Mejoramiento funcional en las propiedades del concreto hidráulico incorporando fibras de polipropileno al pavimento rígido, Comas- El correo, 2017. Tesis (Título profesional de Ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. Disponible en file:///C:/Users/WINDOWS%2010-/Desktop/Baldeon%20tesis.pdf.
- BRAJA M. Das. Fundamentos de la ingeniería geotécnica. 4.a ed. México D.F.: Cengage Learning, 2013. 638 pp. ISBN: 978-1-11157675-2.
- CAMARGO, Nelson. e HIGUERA, Carlos. Concreto Hidráulico Modificado con Sílice obtenida de la Cascarilla del Arroz. Tesis (título de ingeniero civil). Lima: 2015 Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v27n1/v27n1a06.pdf>.
- CARDENAS, James. Diseño geométrico de carretas. 2.a Ed. Bogotá: Ecoe Edificaciones, 2013. 501 pp. ISBN: 978-9586-48-594
- Cementos Pacasmayo. Especificación Técnica del Cemento Tipo I. 2013. Recuperado de <http://www.pacasmayoprofesional.com/>.
- CORDOVA, Isaac. El proyecto de investigación cuantitativa. 6.a Ed. Perú Editorial San Marcos E.I.R LTDA, 2019. 215 pp. ISBN: 9786123029616
- ESQUIVEL, Pedro y TICLIAHUANCA, Marian. Resistencia y agrietamiento por contracción del concreto para pavimentos rígidos con incorporación de fibras pet. Tesis (título de ingeniero civil). Jaén: Universidad Nacional de Jaén, 2019. Disponible en: file:///C:/Users/WINDOWS%2010-/Downloads/Ticliahuanca_MG_Esquivel_DP%20(1).pdf.
- GOMEZ, Domingo y GÓMEZ, Teresa. Evaluación de impacto ambiental. México: Universidad de Medio Ambiente, 2013. 748pp. ISBN: 978-8484-7664-38
- MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos [en línea]. Lima, 2013.

Disponible en: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf

-MENDIETA, Edwin. Diseño de mezcla para hormigón simple de 240 kg/cm² utilizando fibras de materiales reciclados (Botellas de Plástico). Tesis (título de ingeniero civil). Cuenca: Universidad Católica de Cuenca, 2016.

Disponible en:

<http://186.5.103.99/bitstream/reducacue/7956/1/MENDIETA%20Y.%20EDWIN%20R.pdf>.

-HERNANDEZ, Roberto. Metodología de investigación: las rutas cuantitativas, cualitativas y mixtas. México: Universidad de Celaya.2018.712 pp.

ISBN: 978-145-626-0965

-HARMSEN, T. Diseño de Estructuras de Concreto Armado (4ta ed.). Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2005.

-LUGO, Jesús y TORRES, Yefri. Caracterización del comportamiento mecánico del concreto simple con adición de fibras de polietileno reciclado PET. Tesis (título de ingeniero civil). Bogotá Universidad Católica de Colombia ,2019.

Disponible en:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23953/1/TESIS%20FIBRAS%20PET%20EN%20EL%20CONCRETO.pdf>

- MANSILLA Laura y RUIZ Fernando. Reciclaje de botellas de PET para obtener fibra de poliéster. Tesis (Título profesional de Ingeniero industrial). Lima: Universidad de Lima, 2009.

Disponible en:

[file:///C:/Users/WINDOWS%2010-/Downloads/627-1953-1-PB%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/WINDOWS%2010-/Downloads/627-1953-1-PB%20(2).pdf).

-MÉNDEZ, Edgae. Propuesta para sustitución de agregados pétreos por agregados PET, en diseño de mezcla de concreto con resistencia $F'c=150$ Kg/cm², usado para

banquetas, guarniciones y firmes. Tesis (Título de especialista en construcción). Veracruz: Universidad Veracruzana, 2012.

Disponible en:

<https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/30611/MendezSilva.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

-PLAZAS Riaño, Seidel y GAMBA Valenzuela, Gustavo. Caracterización de las propiedades mecánicas de adoquines de concreto con adición de residuos de caucho reciclado producto de las llantas usadas. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2015.

Disponible en:

<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3201/1/CARACTERIZACION%20DE%20LAS%20PROPIEDADES%20MECANICAS%20DE%20ADOQUINES%20DE%20CONCRETO%20CON%20ADICION%20DE%20RESIDUO%20DE%20CAUCHO%20RECICLADO%20PRODUCTO%20DE%20LAS%20LLANTAS%20USADAS.pdf>.

-PARRA, Carlos. Aplicación del plástico reciclable en la mezcla de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para verificar su influencia en la resistencia a compresión. Tesis (título de ingeniero civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo-Chiclayo, 2019.

Disponible en: file:///C:/Users/WINDOWS%2010-/Downloads/Parra_NCK.pdf

- PERALTA Guevara, R. Evaluación de la Resistencia a la compresión de un concreto convencional $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ y el concreto con material reciclado polietileno tereftalato (PET) en la Ciudad de Jaén-Cajamarca. Tesis (título de ingeniero civil). Perú: Universidad Nacional de Cajamarca - Sede Jaén, 2014.

-QUEVEDO, Stalin y GUAMÁN, Cristina. Proyecto de factibilidad para la producción de eco-adoquines peatonales mediante la reutilización de desechos plásticos (pet). Tesis (Título profesional de Ingeniero industrial). Riobamba: Escuela superior Politécnica de Chimborazo, 2013.

Disponible en

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3029/1/85T00293.pdf> .

-RODRIGUEZ, Luis y CASTRO, Fabio. Evaluación del comportamiento de concreto hidráulico con adición de fibras de pet. Tesis (título de ingeniero civil). Girardot: Universidad piloto de Colombia seccional alto magdalena, 2019.

Disponible en :

<http://35.227.45.16/bitstream/handle/20.500.12277/6476/MONOGRAFIA%20FINAL.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.

-MONSALVE, Lina y GIRALDO, Laura, Diseño de pavimento flexible y rígido,2012.

Disponible en: <https://es.slideshare.net/rosabeatrizvillaloboshuaman/diseo-de-pavimento-flexible-y-rgido>.

-NUÑEZ, María. Las variables: Estructura y función en la hipótesis. Revista investigación educativa,11(20): 163 – 179, julio y diciembre 2007.

ISBN:1728-5852

- REVEL, Beatriz y PACHECO, Néstor. La resistencia a compresión de cilíndricos de concreto ASTM, 2015.

Disponible en https://www.academia.edu/19153299/ASTM_C-39?auto=download.

-Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica de Pavimentos Urbanos CE. 010. Lima-Perú, 2016.

-SANCHEZ de Guzmán Diego. Tecnología del concreto y del bloque de concreto BHANDAR EDITORIAL: Bogotá, 2001. 321 pp.

ISBN: 958-924-7040

- SANCHEZ, Hugo Y REYES Carlos, Metodología y Diseño en la Investigación Científica, 5ta ed. Perú, 2015.

ISBN: 97-8612-468-4227

-TAMAYO, Carlos. El proceso de la investigación científica. 4. a ed. México: Limusa, 2003. 345 pp.

ISBN: 968-185-8727

-Tecnología Del Plástico /www.plastico.com/ vol. 26 Edición No. 4 /Setiembre 2011.

ISSN: 01207644

-VALERO, Jhoner. Influencia de las fibras de polipropileno en la fisuración asociadas a la retracción plástica en pavimentos de concreto, Huancayo 2014. Tesis (título de ingeniero civil). Huancayo: Universidad Nacional del centro del Perú, 2014.

Disponible: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/399>.

-VALDERRAMA, Santiago. Pasos para Elaborar Proyectos de Investigación Científica Cuantitativa, cualitativa y Mixta. 5.ª reimpresión. Lima: San Marcos, 2013.

ISBN: 9786-1230-287-87.

-VILLANUEVA, E. y YARANGA, H. Estudio de la influencia de fibras de polipropileno provenientes de plásticos reciclados en concretos de $F'c=210$ kg/cm² en el distrito de Lircay, provincia de Angaraes, Región Huancavelica”. Tesis (Título de ingeniero civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2015.

Disponible en <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/260>.

-ZAVALA, Guillermo. Diseño y desarrollo experimental de materiales de construcción utilizando plástico reciclado. San Salvador: ITCA, 2015.

ISBN: 97-899-961-50-234

-ZENTENO, Sídney. Efecto de la estabilización de suelos finos con tereftalato de polietileno como material de refuerzo en la estructura de pavimentos flexibles del distrito de Puno. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, 2018.

Disponible en:

file:///C:/Users/WINDOWS%2010-/Downloads/Zenteno_Enriquez_Sidney_Joaquin.pdf

ANEXO 1

ACTA DE COMPROMISO

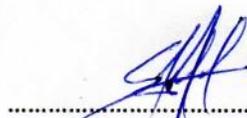
Yo Galindo Salina Estanislao Enrique con DNI 32885652 y código 6500078106, y Ricse Chancasanan Stalin Romel con DNI 76124191 y código 6500068580, alumnos del IX ciclo de la Escuela profesional de Ingeniería Civil, a la fecha matriculados en la asignatura de Proyecto de Investigación/Desarrollo de Proyectos de Investigación, nos presentamos ante usted y exponemos:

Que, siendo requisito para aprobar la asignatura, la elaboración y sustentación de un Proyecto/ Informe de investigación; y estando contemplado en el acápite 6.15 de la Directiva de Investigación N° 001-2020-VI-UCV, la posibilidad de elaborar el trabajo de investigación entre DOS alumnos, NOS COMPROMETEMOS a elaborar nuestro Proyecto de Investigación/Desarrollo del proyecto de Investigación hasta el final, es decir hasta concluir satisfactoriamente el DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN en el IX ciclo. En caso una de las partes abajo firmantes desista deberá ceder en libertad y voluntad los derechos de información a la otra parte que decide continuar.

En conformidad a lo expuesto, procedemos a firmar.



Galindo Salina Estanislao Enrique
DNI 32885652



Ricse Chancasanan Stalin Romel
DNI 76124191



Huella digital



Huella digital

ANEXO 2

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, Mg. Díaz Huiza, Luis Humberto, docente de la Facultad / Escuela de pregrado de Ingeniería y Escuela Profesional / Programa académico Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo de ATE, revisor (a) del trabajo de investigación/tesis titulada.

“Adición del tereftalato para el diseño de pavimento rígido $f^c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres Zona f Huaycán Ate 2020”,

De los estudiantes:

Galindo Salinas, Estanislao Enrique y Ricse Chancasanan, Stalin Romel, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. 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.

Lima 25 de noviembre del 2020

.....

Firma

Apellidos y nombres del (de la) docente

DNI:

ANEXO 3: Matriz de operacionalización de variables.

Título: Adición del tereftalato para el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres Zona f Huaycán Ate, 2020					
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICIÓN
Variable independiente: Adición de tereftalato	Es altamente resistente parecido a la forma del poliéster blanco. Fabricado y usado como envase para bebidas de agua, gaseosa, aceite, limpiadores y recipiente de alimentos. Es un polímero con propiedades de carbono, oxígeno e hidrogeno propiedades del plástico IES Agustín Espinosa, 2014, p.1).	El PET a principios de 1970 empezó a usarse para la fabricación de botellas plásticas mediante el método de moldeo por soplado. En la actualidad es un principal contaminante para el medio ambiente por lo que no conlleva a elaborar fibras del plástico que sirven como agregado para el pavimento rígido reduciendo así de los rellenos sanitarios, calles, mares y ríos donde estos son desechados.	Propiedades físicas del tereftalato	Granulometría	Razón
				Absorción	
				Contenido de humedad	
			Proporción de tereftalato	10% AF	
				20% AF	
				30% AF	
			Propiedades físicas de los agregados	Granulometría	
				Contenido de humedad	
				Peso específico y absorción	
				Peso unitario suelto compactado	
Variable Dependiente: Diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{ kg/cm}^2$	Son los elementos que principalmente están formados por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante, con una materia clasificada, llamada subbase del pavimento rígido (Mosalve, 2014, p.23).	Son aquellos pavimentos rígidos en la que se opera el concreto como material principal, como base o en toda la sección. En esta investigación proponemos adicionándole agregado fino de tereftalato a la mezcla de concreto hidráulico para después hacer ensayos en laboratorio y llegar a la resistencia de $f'c=210\text{ kg/cm}^2$.	Propiedades físicas del concreto	Slump	Razón
			Diseño de pavimento	Espesor	
				Serviciabilidad	
				Trafico	
				Transferencia de carga	
				Propiedades del concreto	
				Resistencia de la subrasante	
				Drenaje	
			Confiability		
			Propiedades mecánicas del pavimento rígido	Resistencia del concreto a flexión $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$	
				Resistencia a compresión $f'c=210\text{ kg/cm}^2$	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4: Matriz de consistencia.

Título: Adición del tereftalato para el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Avelino Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020					
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente: Adición del Tereftalato		Metodología
			Dimensiones	Indicadores	
¿Como diseñar un pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ adicionando tereftalato para la avenida Andrés Cáceres Zona f Huaycán Ate, 2020?	Proponer el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ adicionando tereftalato para la avenida Andrés Cáceres Zona f Huaycán Ate, 2020	Adicionar tereftalato mejora las propiedades físicas y mecánicas del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para la avenida Andrés Cáceres Zona f Huaycán Ate, 2020	Propiedades físicas del tereftalato	Granulometría	Método de investigación: Científico
				Absorción	
			Proporción de tereftalato	Contenido de humedad	Diseño de Investigación: Experimental
				10% AF	
20% AF					
			Variable Dependiente: Diseño de pavimento rígido		
30% AF					
Problemas Específicos	Objetivo Específicos	Hipótesis Específicos	Dimensiones	Indicadores	
¿Cómo influye la adición del tereftalato en las propiedades físicas del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres Zona f Huaycán Ate, 2020?	Mejorar el slump del concreto en las propiedades físicas para el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020	La adición del tereftalato mejora las propiedades físicas del concreto del diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020	Propiedades físicas de los agregados	Granulometría	Tipo de estudio: Aplicada
				Contenido de humedad	
			Propiedades físicas del concreto	Peso específico y absorción	Nivel de investigación: Explicativo
				Peso unitario suelto y compactado	
			Slump		
¿En qué medida ayuda la adición del tereftalato en las propiedades mecánicas del concreto para el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres zona f Huaycán Ate, 2020?	Precisar en qué medida favorece la adición del tereftalato en las propiedades mecánicas del concreto para el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres zona f Huaycán Ate, 2020	Con la adición del tereftalato incrementa las propiedades mecánicas del concreto para el diseño del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020	Diseño de pavimento	Espesor	Población: Concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}$ con adición de tereftalato en 10%,20%y30%
				Serviciabilidad	
				Trafico	
¿Qué tan económico es adicionar tereftalato al concreto para el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres zona f Huaycán Ate, 2020?	Diferenciar el costo beneficio de un concreto con adición de tereftalato a un concreto convencional para el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres zona f Huaycán Ate, 2020.	Adicionar tereftalato a la mezcla es más económico que el concreto convencional en el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres zona f Huaycán Ate, 2020	Propiedades mecánicas del pavimento rígido	Transferencia de carga	Muestra: 3 probetas ,3 vigas
				Propiedades del concreto	
				Resistencia de la subrasante	
				Drenaje	
			Confiabilidad		
			Resistencia del concreto a flexión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		Muestreo: No probabilístico
			Resistencia a compresión $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$		

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5: Ficha de recolección de datos para obtener el contenido de humedad de los agregados.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TITULO : Adición del tereftalato para el diseño de pavimento rígido $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres
Zona F Huaycan Ate 2020

TESISTAS : Galindo Salinas Estanislao Enrique
Ricse Chancsanán Stalin Romel

LABORATORIO : WRC INGENIO S.A.C.

ESPECIALISTA :

ENSAYO DE LABORATORIO
CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA: A.S.T.M. D 2216 (NTP 339.185)

ORIGEN : FECHA INICIAL :
FECHA FINAL :

Contenido de humedad del agregado fino	
Peso de la tara (gr)	
Peso de la tara y muestra húmeda (gr)	
Peso de la tara y muestra seca (gr)	
Peso del agua (gr)	
Contenido de humedad (%)	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6: Ficha de recolección de datos la granulometría de los agregados.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TITULO : Adicion del tereftalato para el diseño de pavimento rigido $f_c=210$ kg/cm² en la avenida Andrés Cáceres
Zona F Huaycan Ate 2020

TESISTAS : Galindo Salinas Estanislao Enrique
Ricse Chancsanán Stalin Romel

LABORATORIO : WRC INGENIO S.A.C.

ESPECIALISTA :

ENSAYO DE LABORATORIO
GRANULOMETRIA
NORMA: A.S.T.M. C-136 (NTP 400.012)

ORIGEN : FECHA INICIAL :
FECHA FINAL :

Tamiz N°	Peso del tamiz (gr)	Abertura (mm)	Peso del tamiz más agregado fino (gr)	Peso del agregado fino (gr)	% retenido	% acumulado	% que pasa	Requisito de %
3/8	608	9.500	612					
4	454	4.750	597					
8	638	2.360	702					
16	454	1.180	481					
30	340	0.600	342					
50	367	0.300	369					
100	339	0.150	341					
200	330	0.075	333					
Fondo	503		504					
Total								

Módulo de finura	
Ideal	2.8-3.4
Tolerable	2.7-3.5

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7: Ficha de recolección de datos para obtener la densidad suelta y compactada de los agregados.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TITULO : Adicion del tereftalato para el diseño de pavimento rigido $f_c=210$ kg/cm² en la avenida Andrés Cáceres
Zona F Huaycan Ate 2020

TESISTAS : Galindo Salinas Estanislao Enrique
Ricse Chancsanán Stalin Romel

LABORATORIO : WRC INGENIO S.A.C.

ESPECIALISTA :

ENSAYO DE LABORATORIO
DENSIDAD SUELTA Y COMPACTADA DEL AGREGADO
NORMA: A.S.T.M. C 128 (NTP 400.017)

ORIGEN : FECHA INICIAL :
FECHA FINAL :

VOLUMEN DEL MOLDE				
MUESTRA	N°1	N°2	N°3	PROMEDIO
Diametro interior del molde (cm)				
Altura interior del molde (cm)				
Volumen del molde (cm ³)	-	-	-	

DENSIDAD SUELTA DEL AGREGADO FINO				
MUESTRA	N°1	N°2	N°3	PROMEDIO
Peso del molde (g)				
Peso del molde y agregado fino (g)				
Peso del agregado fino (g)				
Densidad suelta (g/cm ³)	-	-	-	

DENSIDAD COMPACTADA DEL AGREGADO GRUESO				
MUESTRA	N°1	N°2	N°3	PROMEDIO
Peso del molde (g)				
Peso del molde y agregado fino (g)				
Peso del agregado fino (g)				
Densidad suelta (g/cm ³)	-	-	-	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8: Ficha de recolección de datos del peso específico y absorción de los agregados.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TITULO : Adición del tereftalato para el diseño de pavimento rígido $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres
Zona F Huaycan Ate 2020

TESISTAS : Galindo Salinas Estanislao Enrique
Ricse Chancsanán Stalin Romel

LABORATORIO : WRC INGENIO S.A.C.

ESPECIALISTA :

ENSAYO DE LABORATORIO
PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN
NORMA: A.S.T.M. C 128 (NTP 400.017)

ORIGEN : FECHA INICIAL :
FECHA FINAL :

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN		
MUESTRA		1
A	PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AIRE) (g)	
B	PESO FIOLA+ AGUA	
C	PESO FIOLA+MUESTRAS.S.S+AGUA	
D=(A+B)-C	VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIOS (BRUTO)	
E	PESO DEL MATERIAL SECO EN EL HORNO	
F=D-(A-E)	VOLUMEN DE MASA (NETO)	
D/C	PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) (g./cc)	
A/C	PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) (g./cc)	
D/E	PESO ESPECIFICO APARENTE (BASE SECA) (g./cc)	
((A-E)/E).100	% DE ABSORCIÓN	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9: Certificado de calibración de los equipos y maquinas.



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

CALIBRACIÓN - MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602482724

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LF - 011 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCC tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
C/O. LOS JAZMINES DE NARANJA MZA. N°1 LOTE. 3 - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Fina
Temperatura	21.5 °C	21.5 °C
Humedad Relativa	56% HR	56% HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PE-001 Capacidad: 150,000 kg.f	JNF-LE-002-20
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1695-2019

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de ± 2.0 °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sínchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (51) 764 5730
E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: PERUTEST S.A.C

Anexo 10: Certificado de calibración de las balanzas del laboratorio.

 LAB CM <small>Laboratorio de Masa</small>		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MM-0060-2020
		<small>Página 1 de 3</small>
Expediente	20-0036	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
Solicitante	WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C	
Dirección	Mz. H1 Lote. 3 Coo. Los Jazmines de Naranjal San Martín de Porres - Lima - Lima.	
Instrumento de Medición	BALANZA NO AUTOMATICA	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.
Marca	OHAUS	
Modelo	EC30	
Número de Serie	8030020197	
Procedencia	CHINA	
Tipo	ELECTRONICA	
Identificación	NO INDICA	
Capacidad Máxima	30000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de Verificación (e)	1 g	
Capacidad Mínima	50 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.
Clase de Exactitud	II	
Ubic. Del Instrumento	LABORATORIO	Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.
Fecha de Calibración	2020-02-01	
Método de Calibración	La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I.I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Edición tercera.	
Trazabilidad	Se utilizaron patrones calibrados en el INACAL - Laboratorio Acreditado, con certificados de calibración: LM-528-2019; M-0925-2019; M-0926-2019; M-0188-2019; M-0189-2019; M-0727-2019.	
Sello	Fecha de Emisión	Jefe del laboratorio de calibración
	2020-02-04	 Santiago Liantop R.
<small>Mz. D Lt. 08 A.H. Moisés Woll, Ventanilla, Callao, Perú Telf: (01)532-6587 / #966 955 274 E- mail: ventas@labcm.pe / metrologia@labcm.pe / web: www.labcm.pe</small>		

Fuente: Laboratorio de masa LAB CM.

Anexo 11: Parte del pavimento deteriorado de la Avenida Avelino Cáceres en Huaycán.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 12: Botellas plásticas recicladas.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 13: Tereftalato como agregado.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 14: Juego de tamices.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 15: Ensayo densidad suelta y compactado.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 16: Contenido de humedad de la piedra chancada.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 17: Ensayo gravedad específica.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 18: Ensayo de tamizado al tereftalato.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 19: Mezclado del concreto.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 20: Asentamiento del concreto.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo21: Asentamiento del concreto con tereftalato.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 22: vaciado del concreto a los moldes de probeta.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 23: Vaciado del concreto con plástico a los moldes de vigas.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 24: Curado normal de las muestras para 7,14 y 28 días.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 25: Medición de probetas.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 26: Ensayo a compresión concreto patrón.



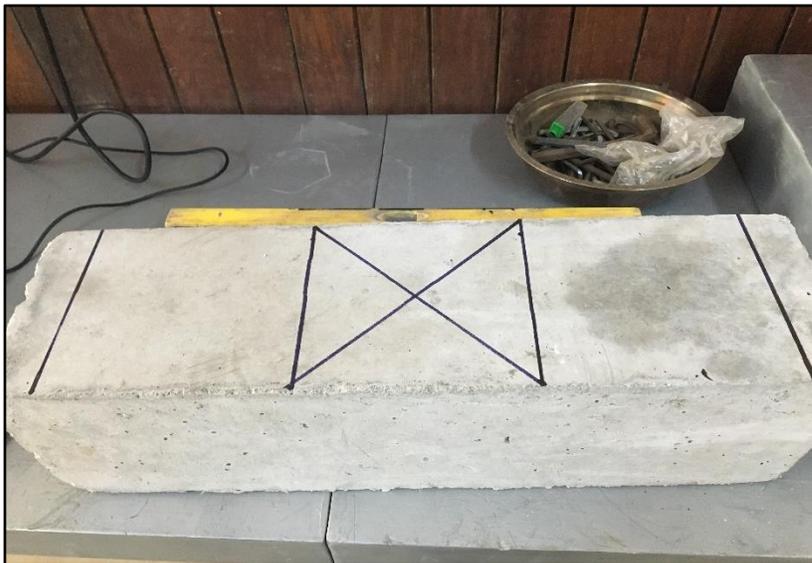
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 27: Ensayo a compresión concreto con tereftalato.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 28: Medición y marcado del espécimen.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 29: Ensayo a flexión concreto patrón.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 30: Ensayo a flexión concreto con tereftalato.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 31: Vigas y probetas ensayadas.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 32: Prensa hidráulico de concreto



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 33: Probetas extras en caso de falla.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 34: Tereftalato usado en el concreto.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 35: Certificado del analisis granulometrico del agregado grueso.



WRC INGENIO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

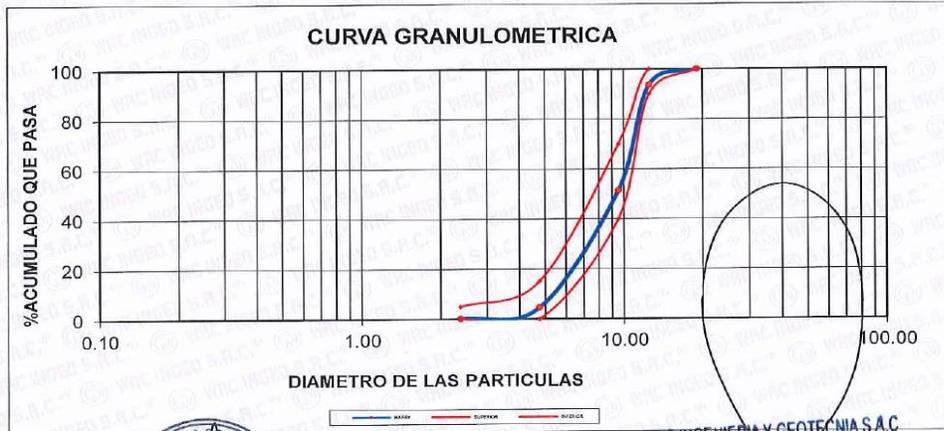
WWW.WRCINGEOSAC.COM

TÍTULO : Adición del tereftalato para el diseño de pavimento rígido $f_c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida
Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020
TESISTAS : Galindo Salinas Estanislao Enrique
Ricse Chancasanan Stalin Romel
LABORATORIO : WRC Ingeniería y Geotecnia S.A.C.
ESPECIALISTA : Jorge L. Zapata Castillo

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM - C33

Material : Piedra Chancada de 1/2" FECHA INICIAL : 14/09/2020
FECHA FINAL : 19/09/2020
PESO INICIAL HUMEDO (gr) : 2476.0
PESO INICIAL SECO (gr) : 2461.0 % W : 0.61

MALLA	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO 7 NTP 400.037
		(gr)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00					
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	24.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100
1/2"	12.50	156.30	6.35	6.35	93.65	90 - 100
3/8"	9.53	1041.20	42.31	48.66	51.34	40 - 70
Nº 4	4.76	1150.30	46.74	95.40	4.60	0 - 15
Nº 8	2.38	109.00	4.43	99.83	0.17	0 - 5
FONDO						



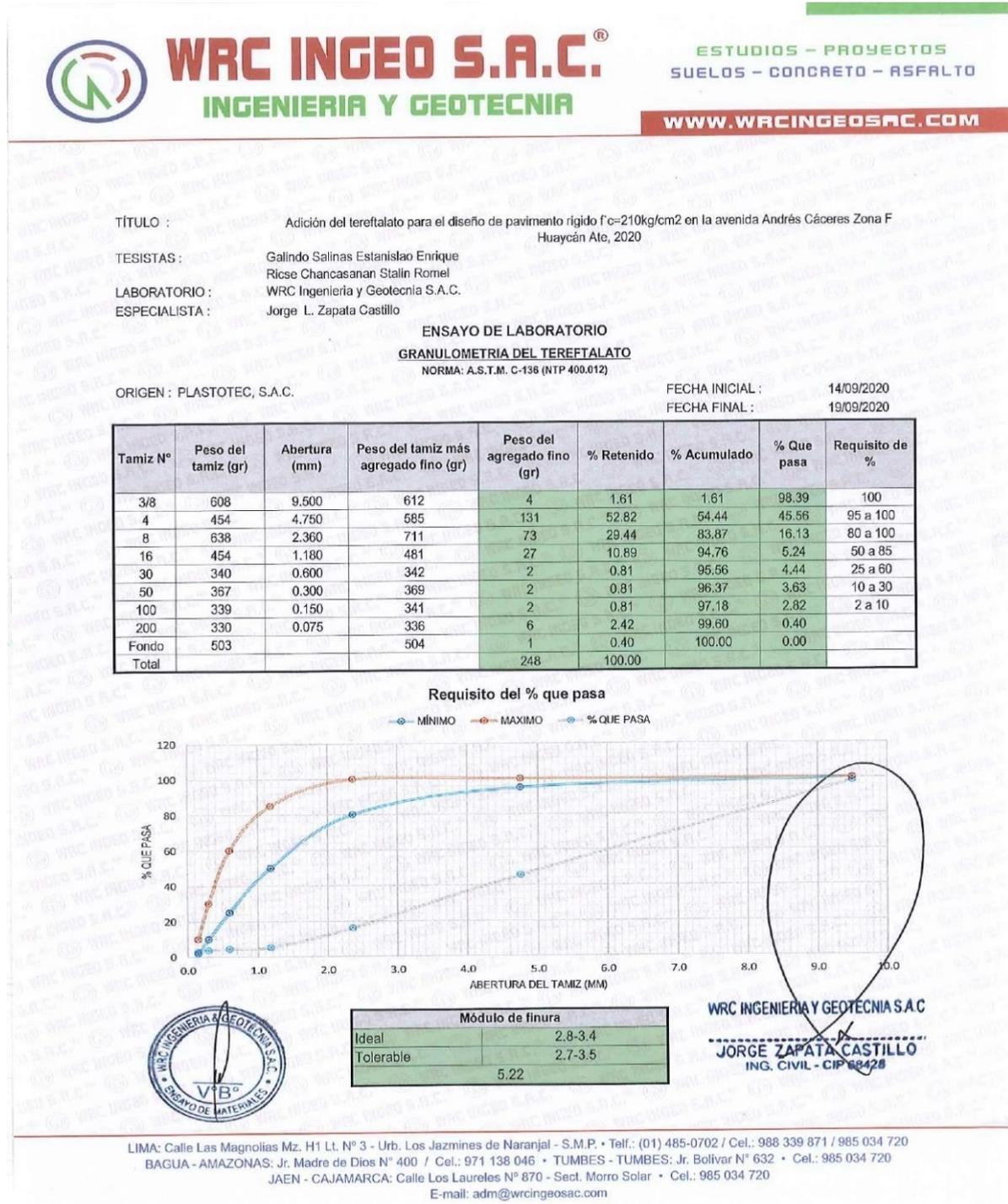
Hecho Por : Téc. Jimi Cerquera.

WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. Nº 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios Nº 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar Nº 632 • Cel.: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles Nº 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: adm@wrcingeosac.com

Fuente: Laboratorio WRC INGENIO S.A.C.

Anexo 36: Ensayo del análisis granulométrico del tereftalato.



Fuente: Laboratorio WRC INGENIO S.A.C.

Anexo 37: Certificado del contenido de humedad del agregado fino.



WRC INGENIO S.A.C.[®]
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

TÍTULO : Adición del tereftalato para el diseño de pavimento rígido f'c=210kg/cm2 en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ato, 2020

TESISTAS : Galindo Salinas Estanislao Enrique
Rico Chancasanan Stalin Romel
WRC Ingeniería y Geotecnia S.A.C.

LABORATORIO :
ESPECIALISTA : Jorge L. Zapata Castillo

ENSAYO DE LABORATORIO
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO
NORMA: A.S.T.M. D 2216 (NTP 339.185)

ORIGEN : Cantera Trapiche

FECHA INICIAL : 14/09/2020
FECHA FINAL : 19/09/2020

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO	
Peso de la tara (gr)	134
Peso de la tara y muestra húmeda (gr)	757
Peso de la tara y muestra seca (gr)	748
Peso del agua (gr)	9
Contenido de humedad (%)	1.44





WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: adm@wrcingeosac.com

Fuente: Laboratorio WRC INGENIO S.A.C.

Anexo 38: Certificado del ensayo contenido de humedad de agregado fino.



WRC INGENIO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

TÍTULO : Adición del tereftalato para el diseño de pavimento rígido $f_c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020

TESISTAS : Galindo Salinas Estanislao Enrique
Risco Chancasanan Stalin Romel

LABORATORIO : WRC Ingeniería y Geotecnia S.A.C.

ESPECIALISTA : Jorge L. Zapata Castillo

ENSAYO DE LABORATORIO
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO
NORMA: A.S.T.M. D 2216 (NTP 339.185)

ORIGEN : Cantera Trapiche

FECHA INICIAL : 14/09/2020
FECHA FINAL : 19/09/2020

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO	
Peso de la tara (gr)	336
Peso de la tara y muestra húmeda (gr)	4525
Peso de la tara y muestra seca (gr)	4518
Peso del agua (gr)	7
Contenido de humedad (%)	0.2



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO

ING. CIVIL - CIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
 BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
 JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
 E-mail: adm@wrcingeosac.com

Fuente: Laboratorio WRC INGENIO S.A.C.

Anexo 39: Certificado del ensayo de contenido de humedad del tereftalato.



WRC INGENIO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

TÍTULO : Adición del tereftalato para el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020

TESISTAS : Galindo Salinas Estandislaio Enrique
Ricse Chancasanan Stalin Romel

LABORATORIO : WRC Ingeniería y Geotecnia S.A.C.

ESPECIALISTA : Jorge L. Zapata Castillo

ENSAYO DE LABORATORIO
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL TEREFTALATO
NORMA: A.S.T.M. D 2216 (NTP 339.185)

ORIGEN : PLASTOTEC, S.A.C. FECHA INICIAL : 14/09/2020
FECHA FINAL : 19/09/2020

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL TEREFTALATO	
Peso de la tara (gr)	450
Peso de la tara y muestra húmeda (gr)	1050
Peso de la tara y muestra seca (gr)	1049
Peso del agua (gr)	1
Contenido de humedad (%)	0.1667



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: adm@wrceingeosac.com

Fuente: Laboratorio WRC INGENIO S.A.C.

Anexo 40: Certificado del ensayo densidad suelta y compactada agregado fino.



WRC INGEO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

TÍTULO : Adición del tereftalato para el diseño de pavimento rígido $f_c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020

TESISTAS : Galindo Salinas Estanislao Enrique
Rícese Chancasanan Stalin Romel

LABORATORIO : WRC Ingeniería y Geotecnia S.A.C.

ESPECIALISTA : Jorge L. Zapata Castillo

ENSAYO DE LABORATORIO
DENSIDAD SUELTA Y COMPACTADA DEL AGREGADO FINO
NORMA: A.S.T.M. C 128 (NTP 400.017)

ORIGEN : Cantera Trapiche FECHA INICIAL : 14/09/2020
FECHA FINAL : 19/09/2020

VOLUMEN DEL MOLDE				
MUESTRA	Nº1	Nº2	Nº3	PROMEDIO
Diámetro interior del molde (cm)	15.40	15.30	15.70	15.47
Altura interior del molde (cm)	16.10	16.10	16.10	16.10
Volumen del molde (cm ³)	-	-	-	3024.89

DENSIDAD SUELTA DEL AGREGADO FINO				
MUESTRA	Nº1	Nº2	Nº3	PROMEDIO
Peso del molde (g)	2929.00	2929.00	2929.00	2929.00
Peso del molde y agregado fino (g)	7661.00	7648.00	7670.00	7659.67
Peso del agregado fino (g)	4255.00	4263.00	4259.00	4259.00
Densidad suelta (g/cm ³)	-	-	-	1.41

DENSIDAD COMPACTADA DEL AGREGADO FINO				
MUESTRA	Nº1	Nº2	Nº3	PROMEDIO
Peso del molde (g)	2929.00	2929.00	2929.00	2929.00
Peso del molde y agregado fino (g)	7661.00	7648.00	7670.00	7659.67
Peso del agregado fino (g)	4732.00	4719.00	4741.00	4730.67
Densidad suelta (g/cm ³)	-	-	-	1.56



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIR 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: adm@wrcingeosac.com

Fuente: Laboratorio WRC INGEO S.A.C.

Anexo37: Certificado del ensayo densidad suelta y compactado agregado grueso.



WRC INGENIO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

TÍTULO : Adición del tereftalato para el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020

TESISTAS : Galindo Salinas Estandislaio Enrique
Risce Chancasanan Stalin Romel
LABORATORIO : WRC Ingeniería y Geotecnia S.A.C.
ESPECIALISTA : Jorge L. Zapata Castillo

ENSAYO DE LABORATORIO
DENSIDAD SUELTA Y COMPACTADA DEL AGREGADO GRUESO
NORMA: A.S.T.M. C 128 (NTP 400.017)

ORIGEN : Cantera Trapiche FECHA INICIAL : 14/09/2020
FECHA FINAL : 19/09/2020

VOLUMEN DEL MOLDE				
MUESTRA	N°1	N°2	N°3	PROMEDIO
Diámetro interior del molde (cm)	25.30	25.10	25.30	25.23
Altura interior del molde (cm)	29.00	29.00	29.00	29.00
Volumen del molde (cm ³)	-	-	-	14502.31

DENSIDAD SUELTA DEL AGREGADO GRUESO				
MUESTRA	N°1	N°2	N°3	PROMEDIO
Peso del molde (g)	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00
Peso del molde y agregado fino (g)	29300.00	29200.00	29300.00	29266.67
Peso del agregado fino (g)	21800.00	21700.00	21800.00	21766.67
Densidad suelta (g/cm ³)	-	-	-	1.50

DENSIDAD COMPACTADA DEL AGREGADO GRUESO				
MUESTRA	N°1	N°2	N°3	PROMEDIO
Peso del molde (g)	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00
Peso del molde y agregado fino (g)	31500.00	31550.00	31350.00	31466.67
Peso del agregado fino (g)	24000.00	24050.00	23850.00	23966.67
Densidad suelta (g/cm ³)	-	-	-	1.65



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.

JORGE ZAPATA CASTILLO

ING. CIVIL - CIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: adm@wrceosac.com

Fuente: Laboratorio WRC INGENIO S.A.C.

Anexo38: Certificado del ensayo granulométrico del agregado fino.



WRC INGENIO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

TÍTULO : Adición del terrefalato para el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020

TESISTAS : Galindo Salinas Estanislao Enrique
Riçe Chancasanan Stalin Romel

LABORATORIO : WRC Ingeniería y Geotecnia S.A.C.

ESPECIALISTA : Jorge L. Zapata Castillo

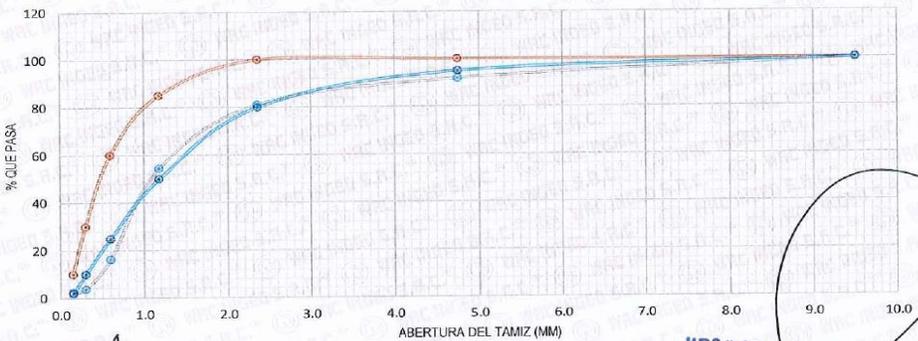
ENSAYO DE LABORATORIO
GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO
NORMA: A.S.T.M. C-136 (NTP 400.012)

ORIGEN : Cantera Trapiche FECHA INICIAL : 14/09/2020
FECHA FINAL : 19/09/2020

Tamiz N°	Peso del tamiz (gr)	Abertura (mm)	Peso del tamiz más agregado fino (gr)	Peso del agregado fino (gr)	% Retenido	% Acumulado	% Que pasa	Requisito de %
3/8	533	9.500	533	0	0.00	0.00	100.00	100
4	453	4.750	520	67	8.14	8.14	91.86	95 a 100
8	449	2.360	538	89	10.81	18.96	81.04	80 a 100
16	420	1.180	639	219	26.61	45.57	54.43	50 a 85
30	341	0.600	655	314	38.15	83.72	16.28	25 a 60
50	368	0.300	471	103	12.52	96.23	3.77	10 a 30
100	339	0.150	349	10	1.22	97.45	2.55	2 a 10
200	264	0.075	280	16	1.94	99.39	0.61	
Fondo	452		457	5	0.61	100.00	0.00	
Total				823	100.00			

Requisito del % que pasa

● MINIMO
● MAXIMO
● % QUE PASA





Módulo de finura	
Ideal	2.8-3.4
Tolerable	2.7-3.5
3.50	

WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - SIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: adm@wrcingeosac.com

Fuente: Laboratorio WRC INGENIO S.A.C.

Anexo39: Certificado del peso específico y absorción del agregado fino.



WRC INGEO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

TÍTULO : Adición del terrefalato para el diseño de pavimento rígido $f_c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020
 TESISTAS : Galindo Salinas Estanislao Enrique
 Risco Chancasanan Stalin Romel
 LABORATORIO : WRC Ingeniería y Geotecnia S.A.C.
 ESPECIALISTA : Jorge L. Zapata Castillo

ENSAYO DE LABORATORIO
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
NORMA: A.S.T.M. C 128 (NTP 400.017)

ORIGEN : Cantera Trapiche

FECHA INICIAL : 14/09/2020
 FECHA FINAL : 19/09/2020

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN		
MUESTRA		1
A	PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AIRE) (g)	250.00
B	PESO FIOLA+ AGUA	674.00
C	PESO FIOLA+MUESTRA S.S.S+AGUA	821.00
D=(A+B)-C	VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACÍOS (BRUTO)	103.00
E	PESO DEL MATERIAL SECO EN EL HORNO	243.00
F=D-(A-E)	VOLUMEN DE MASA (NETO)	96.00
D/C	PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SECA) (g./cc)	2.36
A/C	PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SATURADA) (g./cc)	2.43
D/E	PESO ESPECÍFICO APARENTE (BASE SECA) (g./cc)	2.53
((A-E)/E).100	% DE ABSORCIÓN	2.88



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
 JORGE ZAPATA CASTILLO
 INGE-CIVIL - CIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
 BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
 JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
 E-mail: adm@wrcingeosac.com

Fuente: Laboratorio WRC INGEO S.A.C.

Anexo40: Certificado del peso específico y absorción del agregado grueso.



WRC INGENIO S.A.C.[®]

INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

TÍTULO Adición del tereftalato para el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020

TESISTAS : Galindo Salinas Estanislao Enrique
Risce Chancasanan Stalin Romel

LABORATORIO : WRC Ingeniería y Geotecnia S.A.C.

ESPECIALISTA : Jorge L. Zapata Castillo
(ASTM C 127-2007 / NTP 400.021:2002)

ENSAYO DE LABORATORIO

Material : Piedra Zarandeada

FECHA INICIAL : 14/09/2020

FECHA FINAL : 19/09/2020

MUESTRA : 1 Cantera: Trapiche

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN AGREGADO GRUESO			
1	Peso	gr	1533.8
2	Peso de la Muestra S.S.S.	gr	1537.1
3	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	gr	1004.0
4	Volumen	gr	533.1
5	Peso Especifico de la Muestra S.S.S.	gr	2.88
6	Peso Especifico de la Muestra	gr	2.88
7	Peso Seco después del horno	gr	1533.8
8	Peso Especifico de la Muestra	gr/cc	2.88

PROMEDIO	gr/cc	2.88
-----------------	-------	------



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO

ING. CIVIL - CIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: adm@wrcingeosac.com

Fuente: Laboratorio WRC INGENIO S.A.C.

Anexo 41: Certificado del peso específico y absorción del tereftalato.



WRC INGENIO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

TÍTULO : Adición del tereftalato para el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020

TESISTAS : Galindo Salinas Estandislaio Enrique
Ricose Chancasanan Stalin Romel

LABORATORIO : WRC Ingeniería y Geotecnia S.A.C.

ESPECIALISTA : Jorge L. Zapata Castillo

ENSAYO DE LABORATORIO
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL TEREFALATO
NORMA: A.S.T.M. C 128 (NTP 400.017)

ORIGEN : PLASTOTEC, S.A.C. FECHA INICIAL : 14/09/2020
FECHA FINAL : 19/09/2020

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN		
MUESTRA		1
A	PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AIRE) (g)	101.00
B	PESO FIOLA+ AGUA	674.00
C	PESO FIOLA+MUESTRA S.S.S+AGUA	697.00
D=(A+B)-C		78.00
E	PESO DEL MATERIAL SECO EN EL HORNO	97.00
F=D-(A-E)		74.00
D/C	PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SECA) (G./CC)	1.24
A/C	PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SATURADA) (G./CC)	1.29
D/E	PESO ESPECÍFICO APARENTE (BASE SECA) (g./cc)	1.31
((A-E)/E).100		4.12
		% DE ABSORCIÓN



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO

ING. CIVIL - CIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
 BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
 JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
 E-mail: adm@wrcingeosac.com

Fuente: Laboratorio WRC INGENIO S.A.C.

Anexo 42: Certificado del diseño de mezcla del concreto.



WRC INGEO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

NOMBRE : GALINDO SALINAS ESTANISLAO ENRIQUE
RICSE CHANCASANAN STALIN ROMEL
TESIS : ADICIÓN DE TEREFALATO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO DISEÑO 210 KG/CM2 EN LA AVENIDA ANDRÉS CÁCERES ZONA F HUAYCÁN ATE 2020
FECHA : 19 DE SETIEMBRE DEL 2020

DISEÑO DE MEZCLA MÉTODO DEL COMITÉ 211- ACI

1- DATOS PARA EL CÁLCULO DEL DISEÑO :

f'c	210
ASENT.	3 - 4 pul.

ENSAYO FISICO	Agregado. Grueso	Agregado. Fino
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4"	
MÓDULO DE FINEZA		3.00
PESO UNITARIO. SUELTO	1577	1401
PESO UNITARIO. COMPACTADO	1710	1651
PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO	2.70	2.65
% DE ABSORCIÓN	0.42	2.9
% HUMEDAD	0.30	1.40
CEMENTO TIPO (1)	3.15	

2- RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:

$$f'c = 210 + 84 = 294$$

3- CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA Y AIRE ATRAPADO

$$\text{Agua en litros} = 205 \quad \text{TABLA 10.2.1}$$

$$\text{Contenido de aire en \%} = 2.0 \quad \text{TABLA 11.2.1}$$

4- RELACION AGUA CEMENTO

$$A/C = 0.56$$



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolivar N° 632 • Cel.: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: adm@wrcingeosac.com

Fuente: Laboratorio WRC INGEO S.A.C.

Anexo 43: Certificado 2 del diseño de mezcla de concreto.



WRC INGENIO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

5- FACTOR CEMENTO

A/C= 0.56

C= A / 0.56

C= 367 Kg.

8.6

Bolsas de Cemento

6- AGREGADO GRUESO

1710 X 0.53 = 906 Kg

7- VOLÚMENES ABSOLUTOS

	en peso Kg.	en volumen	M3
Cemento	367	0.1165	
Agua	205	0.2050	
Aire	2	0.0200	
Ag.Grueso	906	0.3357	
suma de valores		0.6772	
Volumen del Ag. Fino =		0.6772	
Volumen del Ag. Fino =		0.3228	
Peso del Ag. Fino =		855	Kg

8-DISEÑO SECO

	en Kg.	Kg
Cemento	367	Kg
Agua	205	Kg
Ag.Grueso	906	Kg
Ag.Fino	855	Kg
Suma de valores	2334	Kg

9- CORRECCION POR HUMEDAD

Ag.Grueso	909	Kg
Ag.Fino	867	Kg



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolivar N° 632 • Cel.: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: adm@wrcingeosac.com

Fuente: Laboratorio WRC INGENIO S.A.C.

Anexo 44: Certificado 2 del diseño de mezcla de concreto.



WRC INGENEO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

10- AGUA EFECTIVA

Aporte Ag. Grueso	1.09
Aporte de Ag. Fino	12.83
Aporte total de agua	13.92
Agua efectiva	219

11- DISEÑO HÚMEDO X M3

Cemento	367
Agua	219
Ag.Grueso	909
Ag.fino	867
	2362

12- PROPORCIÓN EN VOLUMEN

	Lt/Saco
Cemento	1
Ag.Grueso	2.5
Ag.fino	2.3
Agua	25.3

13- PROPORCIÓN EN PESO

Cemento	42.5	Kg
Ag.Grueso	104.9	Kg
Ag.fino	99.0	Kg
Agua	25.3	Lt

14- RELACIÓN DE AGUA CEMENTO DE DISEÑO

Relacion A/C de diseño	0.558
Relacion A/C efectiva	0.60



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
 BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
 JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
 E-mail: adm@wrcingeosac.com

Fuente: Laboratorio WRC INGENEO S.A.C.

Anexo 45: Certificado de resistencia a compresión de probetas.



WRC INGENIO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

TESISTAS : GALINDO SALINAS ESTANISLAO ENRIQUE
RICSE CHANCASANAN STALIN ROMEL

TÍTULO ADICIÓN DEL TEREFALATO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO F'C=210KG/CM2 EN LA AVENIDA ANDRÉS CÁCERES ZONA F HUAYCÁN ATE, 2020

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Probeta cilíndrica de 6" x 12"
F'c de diseño : 210 kg/cm2

RESISTENCIA LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS ASTM C39								
Nº DE TESTIGOS	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (KG)	F'C (KG/CM2)	% F,C
P-1	DISEÑO PATRÓN	22/09/2020	29/09/2020	7	264.35	26956	153	73
P-2	DISEÑO PATRÓN	22/09/2020	29/09/2020	7	261.07	26621	151	72
P-3	DISEÑO PATRÓN	22/09/2020	29/09/2020	7	281.37	28691	162	77
P-1	DISEÑO PATRÓN	23/09/2020	14/10/2020	14	361.47	36859	206	98
P-2	DISEÑO PATRÓN	23/09/2020	14/10/2020	14	352.78	35973	201	96
P-3	DISEÑO PATRÓN	23/09/2020	14/10/2020	14	359.49	36657	205	97
P-1	DISEÑO PATRÓN	24/09/2020	22/10/2020	28	590.07	60169	336	160
P-2	DISEÑO PATRÓN	24/09/2020	22/10/2020	28	577.44	58882	333	159
P-3	DISEÑO PATRÓN	24/09/2020	22/10/2020	28	570.46	58170	329	157

Observaciones : Las muestras fueron provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZARATA CASTILLO
ING. CIVIL - C/P 66428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
 BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
 JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
 E-mail: adm@wrcingeosac.com

Fuente: Laboratorio WRC INGENIO S.A.C.

Anexo 46: Certificado de resistencia a compresión de probetas 10% de tereftalato.



TESISTAS : GALINDO SALINAS ESTANISLAO ENRIQUE
RICSE CHANCASANAN STALIN ROMEL

TÍTULO ADICIÓN DEL TEREFTALATO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO F'C=210KG/CM2 EN LA AVENIDA
ANDRÉS CÁCERES ZONA F HUAYCÁN ATE, 2020

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Probeta cilíndrica de 6" x 12"
F'c de diseño : 210 kg/cm2

RESISTENCIA LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS ASTM C39

Nº DE TESTIGOS	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (KG)	F'C (KG/CM2)	% F,C
P-1	ADICCIÓN DE 10% DE TEREFTALATO	22/09/2020	29/09/2020	7	246.37	25122	142	68
P-2	ADICCIÓN DE 10% DE TEREFTALATO	22/09/2020	29/09/2020	7	251.62	25658	145	69
P-3	ADICCIÓN DE 10% DE TEREFTALATO	22/09/2020	29/09/2020	7	240.31	24504	139	66
P-1	ADICCIÓN DE 10% DE TEREFTALATO	23/09/2020	14/10/2020	14	345.67	35248	199	95
P-2	ADICCIÓN DE 10% DE TEREFTALATO	23/09/2020	14/10/2020	14	343.09	34985	198	94
P-3	ADICCIÓN DE 10% DE TEREFTALATO	23/09/2020	14/10/2020	14	339.78	34647	196	93
P-1	ADICCIÓN DE 10% DE TEREFTALATO	24/09/2020	22/10/2020	28	525.67	53603	299	143
P-2	ADICCIÓN DE 10% DE TEREFTALATO	24/09/2020	22/10/2020	28	520.09	53034	300	143
P-3	ADICCIÓN DE 10% DE TEREFTALATO	24/09/2020	22/10/2020	28	527.78	53818	305	145

Observaciones : Las muestras fueron provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428

Anexo 47: Certificado de resistencia a compresión de probetas 20% de tereftalato.



WRC INGENIO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

TESISTAS : GALINDO SALINAS ESTANISLAO ENRIQUE
RICSE CHANCASANAN STALIN ROMEL

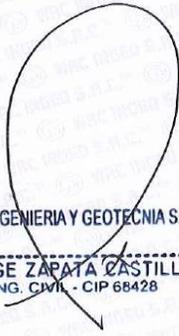
TÍTULO ADICIÓN DEL TEREFALATO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO F'C=210KG/CM2 EN LA AVENIDA ANDRÉS CÁCERES ZONA F HUAYCÁN ATE, 2020

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Probeta cilíndrica de 6" x 12"
F'c de diseño : 210 kg/cm2

RESISTENCIA LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS ASTM C39								
Nº DE TESTIGOS	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (KG)	F'C (KG/CM2)	% F,C
P-1	ADICCIÓN DE 20% DE TEREFALATO	22/09/2020	29/09/2020	7	254.39	25940	147	70
P-2	ADICCIÓN DE 20% DE TEREFALATO	22/09/2020	29/09/2020	7	248.36	25325	143	68
P-3	ADICCIÓN DE 20% DE TEREFALATO	22/09/2020	29/09/2020	7	254.31	25932	147	70
P-1	ADICCIÓN DE 20% DE TEREFALATO	23/09/2020	14/10/2020	14	336.21	34283	194	92
P-2	ADICCIÓN DE 20% DE TEREFALATO	23/09/2020	14/10/2020	14	340.27	34697	194	92
P-3	ADICCIÓN DE 20% DE TEREFALATO	23/09/2020	14/10/2020	14	338.99	34567	196	93
P-1	ADICCIÓN DE 20% DE TEREFALATO	24/09/2020	22/10/2020	28	518.21	52842	295	141
P-2	ADICCIÓN DE 20% DE TEREFALATO	24/09/2020	22/10/2020	28	509.5	51954	294	140
P-3	ADICCIÓN DE 20% DE TEREFALATO	24/09/2020	22/10/2020	28	516.78	52696	298	142

Observaciones : Las muestras fueron provistas por el solicitante





WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: adm@wrcingeosac.com

Fuente: Laboratorio WRC INGENIO S.A.C.

Anexo 48: Certificado de resistencia a compresión de probetas 30% de tereftalato.



WRC INGEO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

TESISTAS : GALINDO SALINAS ESTANISLAO ENRIQUE
RICSE CHANCASANAN STALIN ROMEL

TÍTULO : ADICIÓN DEL TEREFTALATO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO F'C=210KG/CM2 EN LA AVENIDA
ANDRÉS CÁCERES ZONA F HUAYCÁN ATE, 2020

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Probeta cilíndrica de 6" x 12"
F'c de diseño : 210 kg/cm2

RESISTENCIA LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS ASTM C39

Nº DE TESTIGOS	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (KG)	F'C (KG/CM2)	% F,C
P-1	ADICCIÓN DE 30% DE TEREFTALATO	22/09/2020	29/09/2020	7	253.47	25846	146	70
P-2	ADICCIÓN DE 30% DE TEREFTALATO	22/09/2020	29/09/2020	7	249.39	25430	144	69
P-3	ADICCIÓN DE 30% DE TEREFTALATO	22/09/2020	29/09/2020	7	237.86	24255	137	65

P-1	ADICCIÓN DE 30% DE TEREFTALATO	23/09/2020	14/10/2020	14	332.81	33937	192	91
P-2	ADICCIÓN DE 30% DE TEREFTALATO	23/09/2020	14/10/2020	14	330.74	33726	191	91
P-3	ADICCIÓN DE 30% DE TEREFTALATO	23/09/2020	14/10/2020	14	325.93	33235	188	90

P-1	ADICCIÓN DE 30% DE TEREFTALATO	24/09/2020	22/10/2020	28	454.87	46383	262	125
P-2	ADICCIÓN DE 30% DE TEREFTALATO	24/09/2020	22/10/2020	28	473.07	48239	273	130
P-3	ADICCIÓN DE 30% DE TEREFTALATO	24/09/2020	22/10/2020	28	465.79	47497	269	128

Observaciones : Las muestras fueron provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - ZIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: adm@wrcingeosac.com

Anexo 49: Certificado de resistencia a flexión de las vigas.



WRC INGENIO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

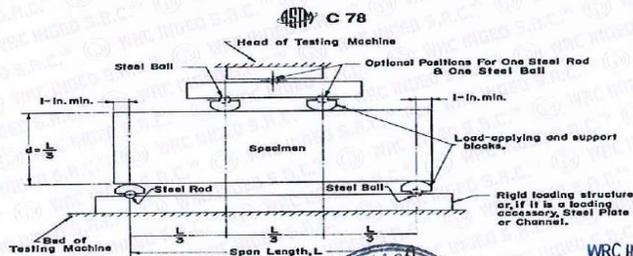
TESTISTAS GALINDO SALINAS ESTANISLAO ENRIQUE
RICSE CHANCASANAN STALIN ROMEL

TÍTULO ADICIÓN DEL TEREFTALATO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO F^c=210KG/CM² EN LA
AVENIDA ANDRÉS CÁCERES ZONA F HUAYCÁN ATE, 2020

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Prismas de concreto endurecido 6"x 6" x 21"
F^c de diseño : 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

Nº DE VIGA	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	UBICACIÓN DE LA FALLA	LUZ LIBRE (CM)	FUERZA MAX (KN)	MR (Kg/cm ²)
V-1	VIGA PATRÓN	22/09/2020	29/09/2020	7	TERCIO MEDIO	45	20.56	28
V-2	VIGA PATRÓN	22/09/2020	29/09/2020	7	TERCIO MEDIO	45	20.44	28
V-3	VIGA PATRÓN	22/09/2020	29/09/2020	7	TERCIO MEDIO	45	20.11	27
V-1	VIGA PATRÓN	23/09/2020	14/10/2020	14	TERCIO MEDIO	45	24.33	33
V-2	VIGA PATRÓN	23/09/2020	14/10/2020	14	TERCIO MEDIO	45	25.41	35
V-3	VIGA PATRÓN	23/09/2020	14/10/2020	14	TERCIO MEDIO	45	24.75	34
V-1	VIGA PATRÓN	24/09/2020	22/10/2020	28	TERCIO MEDIO	45	32.98	45
V-2	VIGA PATRÓN	24/09/2020	22/10/2020	28	TERCIO MEDIO	45	31.59	43
V-3	VIGA PATRÓN	24/09/2020	22/10/2020	28	TERCIO MEDIO	45	31.09	42



Observaciones : Las muestras fueron provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C
Fuente: ASTM C78

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: adm@wrcingeosac.com

Fuente: Laboratorio WRC INGENIO S.A.C.

Anexo 50: Certificado de resistencia a flexión de las vigas 10% de tereftalato.



WRC INGENIO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

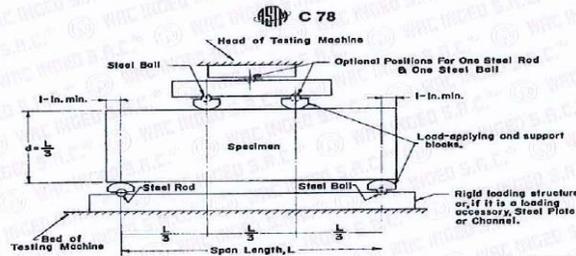
TESTISTAS : GALINDO SALINAS ESTANISLAO ENRIQUE
RICSE CHANCASANAN STALIN ROMEL

TÍTULO : ADICIÓN DEL TEREFTALATO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO F'C=210KG/CM2 EN LA AVENIDA
ANDRÉS CÁCERES ZONA F HUAYCÁN ATE, 2020

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Prismas de concreto endurecido 6" x 6" x 21"
F'c de diseño : 210 kg/cm2

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

Nº DE VIGA	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	UBICACIÓN DE LA FALLA	LUZ LIBRE (CM)	FUERZA MAX (KN)	MR (Kg/cm2)
V-1	ADICIÓN DE 10% DE TEREFTALATO	22/09/2020	29/09/2020	7	TERCIO MEDIO	45	16.06	22
V-2	ADICIÓN DE 10% DE TEREFTALATO	22/09/2020	29/09/2020	7	TERCIO MEDIO	45	16.22	22
V-3	ADICIÓN DE 10% DE TEREFTALATO	22/09/2020	29/09/2020	7	TERCIO MEDIO	45	16.81	23
V-1	ADICIÓN DE 10% DE TEREFTALATO	23/09/2020	14/10/2020	14	TERCIO MEDIO	45	19.3	26
V-2	ADICIÓN DE 10% DE TEREFTALATO	23/09/2020	14/10/2020	14	TERCIO MEDIO	45	18.1	25
V-3	ADICIÓN DE 10% DE TEREFTALATO	23/09/2020	14/10/2020	14	TERCIO MEDIO	45	19.26	26
V-1	ADICIÓN DE 10% DE TEREFTALATO	24/09/2020	22/10/2020	28	TERCIO MEDIO	45	29.23	40
V-2	ADICIÓN DE 10% DE TEREFTALATO	24/09/2020	22/10/2020	28	TERCIO MEDIO	45	28.55	39
V-3	ADICIÓN DE 10% DE TEREFTALATO	24/09/2020	22/10/2020	28	TERCIO MEDIO	45	28.65	39



Fuente: ASTM C78

Observaciones : Las muestras fueron provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. Nº 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios Nº 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolivar Nº 632 • Cel.: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles Nº 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: adm@wrcingeosac.com

Fuente: Laboratorio WRC INGENIO S.A.C.

Anexo 51: Certificado de resistencia a flexión de las vigas 20% de tereftalato.



WRC INGEO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

TESISTAS GALINDO SALINAS ESTANISLAO ENRIQUE
RICSE CHANCASANAN STALIN ROMEL

TESISTAS GALINDO SALINAS ESTANISLAO ENRIQUE
RICSE CHANCASANAN STALIN ROMEL

TÍTULO ADICIÓN DEL TEREFTALATO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO $F'c=210\text{KG}/\text{CM}^2$ EN LA AVENIDA
ANDRÉS CÁCERES ZONA F HUAYCÁN ATE, 2020

Tipo de muestra : Concreto endurecido

Presentación : Prismas de concreto endurecido 6" x 6" x 21"

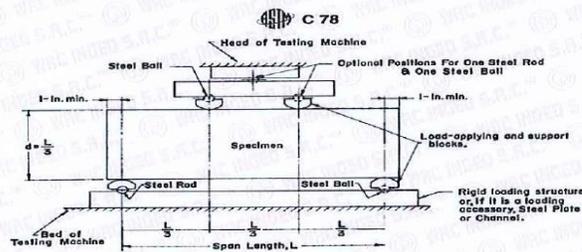
$F'c$ de diseño : 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

Nº DE VIGA	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	UBICACIÓN DE LA FALLA	LUZ LIBRE (CM)	FUERZA MAX (KN)	MR (Kg/cm ²)
V-1	ADICIÓN DE 20% DE TEREFTALATO	22/09/2020	29/09/2020	7	TERCIO MEDIO	45	14.62	20
V-2	ADICIÓN DE 20% DE TEREFTALATO	22/09/2020	29/09/2020	7	TERCIO MEDIO	45	15.03	20
V-3	ADICIÓN DE 20% DE TEREFTALATO	22/09/2020	29/09/2020	7	TERCIO MEDIO	45	14.77	20

V-1	ADICIÓN DE 20% DE TEREFTALATO	23/09/2020	14/10/2020	14	TERCIO MEDIO	45	17.6	24
V-2	ADICIÓN DE 20% DE TEREFTALATO	23/09/2020	14/10/2020	14	TERCIO MEDIO	45	17.69	24
V-3	ADICIÓN DE 20% DE TEREFTALATO	23/09/2020	14/10/2020	14	TERCIO MEDIO	45	16.97	23

V-1	ADICIÓN DE 20% DE TEREFTALATO	24/09/2020	22/10/2020	28	TERCIO MEDIO	45	27.73	38
V-2	ADICIÓN DE 20% DE TEREFTALATO	24/09/2020	22/10/2020	28	TERCIO MEDIO	45	28.47	39
V-3	ADICIÓN DE 20% DE TEREFTALATO	24/09/2020	22/10/2020	28	TERCIO MEDIO	45	26.89	37



Fuente: ASTM C78

Observaciones : Las muestras fueron provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: adm@wrcingeosac.com

Fuente: Laboratorio WRC INGEO S.A.C.

Anexo 52: Certificado de resistencia a flexión de las vigas 30% de tereftalato.



WRC INGENIO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

TESTISTAS GALINDO SALINAS ESTANISLAO ENRIQUE
RICSE CHANCASANAN STALIN ROMEL

TÍTULO ADICIÓN DEL TEREFALATO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO F'C=210KG/CM2 EN LA AVENIDA
ANDRÉS CÁCERES ZONA F HUAYCÁN ATE, 2020

Tipo de muestra : Concreto endurecido

Presentación : Prismas de concreto endurecido 6"x 6" x 21"

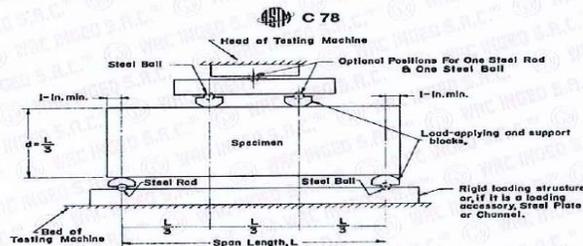
F'c de diseño : 210 kg/cm2

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

Nº DE VIGA	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	UBICACIÓN DE LA FALLA	LUZ LIBRE (CM)	FUERZA MAX (KN)	MR (Kg/cm2)
V-1	ADICIÓN DE 30% DE TEREFALATO	22/09/2020	29/09/2020	7	TERCIO MEDIO	45	13.65	19
V-2	ADICIÓN DE 30% DE TEREFALATO	22/09/2020	29/09/2020	7	TERCIO MEDIO	45	12.99	18
V-3	ADICIÓN DE 30% DE TEREFALATO	22/09/2020	29/09/2020	7	TERCIO MEDIO	45	13.08	18

V-1	ADICIÓN DE 30% DE TEREFALATO	23/09/2020	14/10/2020	14	TERCIO MEDIO	45	17.19	23
V-2	ADICIÓN DE 30% DE TEREFALATO	23/09/2020	14/10/2020	14	TERCIO MEDIO	45	15.78	21
V-3	ADICIÓN DE 30% DE TEREFALATO	23/09/2020	14/10/2020	14	TERCIO MEDIO	45	16	22

V-1	ADICIÓN DE 30% DE TEREFALATO	24/09/2020	22/10/2020	28	TERCIO MEDIO	45	27.5	37
V-2	ADICIÓN DE 30% DE TEREFALATO	24/09/2020	22/10/2020	28	TERCIO MEDIO	45	25.8	35
V-3	ADICIÓN DE 30% DE TEREFALATO	24/09/2020	22/10/2020	28	TERCIO MEDIO	45	26.77	36



Fuente: ASTM C78

Observaciones : Las muestras fueron provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: adm@wrcingeosac.com

Fuente: Laboratorio WRC INGENIO S.A.C.

Anexo 53: Calicata 1 en la avenida Andrés Avelino Caceares.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 54: Calicata 2 en la avenida Andrés Avelino Caceares.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 55: Ensayo california del suelo de las calicatas hechas en la avenida.



WRC INGENIO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

SOLICITANTE : GALINDO SALINAS ESTANISLAO ENRIQUE
 PROYECTO : RICSE CHANCASANAN STALIN ROMEL
 : ADICION DE TEREFTALATO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DISEÑO 210 Kg/cm²
 : Av. AVELINO CACERES ZONA F HUAYCAN, DIST ATE, PROV. DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA
 : OCTUBRE DEL 2020

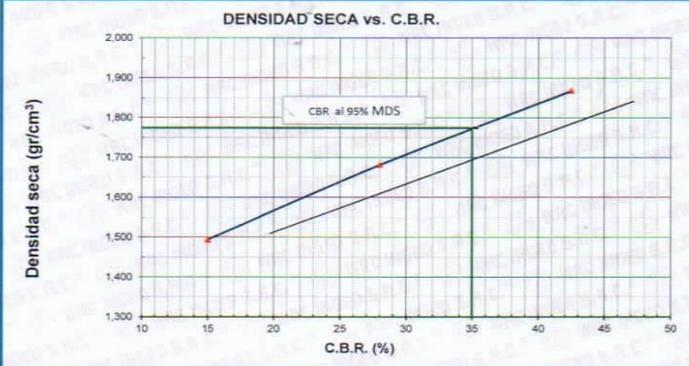
UBICACIÓN : 0
 FECHA : #IREFI

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) = 1,868
 Optimo Contenido de Humedad (%) = 11,00
 CBR al 100% de la MDS (%) = 42,50
 CBR al 95% de la MDS (%) = 35,00

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883

CALICATA : C - 01
 MUESTRA : M - 1
 PROFUNDIDAD : 0.50 - 1.50 m

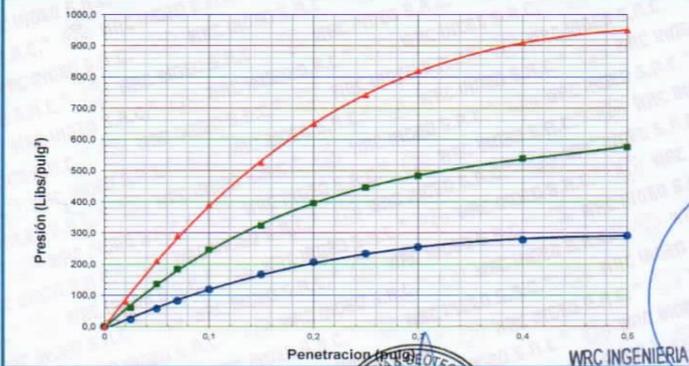
Máxima Densidad Seca (gr/cm³) = 1,868
 Optimo Contenido de Humedad (%) = 11,00
 CBR al 100% de la MDS (%) = 42,50
 CBR al 95% de la MDS (%) = 35,00



DENSIDAD SECA vs. C.B.R.

Y-axis: Densidad seca (gr/cm³)
 X-axis: C.B.R. (%)

Line: CBR al 95% MDS



Presión vs. Penetración

Y-axis: Presión (Libras/pulg²)
 X-axis: Penetración (pulg)

Observacion : Se registro expansion
 Hecho por : Téc. Franklin C.

WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
 ING. CIVIL - CIP 86428



LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 LL. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
 BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
 JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
 E-mail: adm@wrcingeosac.com

Fuente: Laboratorio WRC INGENIO S.A.C.

Anexo 56: Certificado del análisis granulométrico de la muestra obtenida.



WRC INGENIO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

SOLICITANTE : GALINDO SALINAS ESTANISLAO ENRIQUE
: RICSE CHANCASANAN STALIN ROMEL
TESIS : ADICION DE TEREFALATO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DISEÑO 210 Kg/cm²
UBICACIÓN : Av. AVELINO CACERES ZONA F HUAYCAN, DIST ATE, PROV. DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA : OCTUBRE DEL 2020

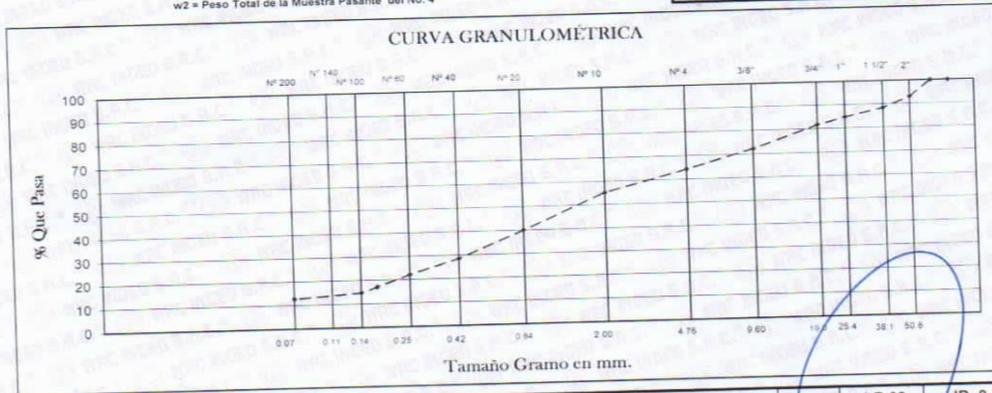
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422

CALICATA : C - 01 MUESTRA : M - 02 PROFUNDIDAD : 0.50 - 1.50 m.

wo =		5181,0 g		w1 =		3328,7 g	
Mallas A S T M	GRANO > No. 4						
	PESO TOTAL DE LA MUESTRA						
	GRM		% Acumulado		% Acumulado		
	Luz Tamiz En m.m	Retenido en g	% Parcial Retenido	Retenido	Que pasa		
				0.0	100.00		
	3"	76.200	0.0	0.0	100.00		
	2 1/2"	63.500	0.0	0.0	100.00		
	2"	50.800	367.0	7.1	92.92		
	1 1/2"	38.100	234.4	4.5	88.39		
	1"	25.400	187.5	3.6	84.77		
	3/4"	19.000	161.0	3.1	81.67		
	3/8"	9.600	479.5	9.3	72.41		
	No. 4	4.760	422.9	8.2	64.25		
Mallas A S T M	GRANO < No. 4						
	PESO TOTAL DE LA MUESTRA						
	GRM		% Acumulado		% Acumulado		
	Luz Tamiz En m.m	Retenido en g	% Parcial Retenido	Retenido	Que pasa		
	No. 4	4.76					
	10	2.000	68.3	9.1	44.8	55.19	
	20	0.840	114.6	15.2	60.0	39.99	
	40	0.420	86.4	11.5	71.5	28.53	
	60	0.250	48.2	6.4	77.9	22.14	
	100	0.177	37.8	5.0	82.9	17.12	
	140	0.149	18.1	2.4	85.3	14.72	
	200	0.074	15.2	2.0	87.3	12.71	
	F		95.8	12.7	100.0	0.00	

% DE HUMEDAD ASTM D2216	4.20
% DE GRAVA	35.75
% DE ARENA	51.54
% DE FINOS	12.71

wo = Peso total de la muestra
w1 = Peso de la Fraccion Pasante del No. 4
w2 = Peso Total de la Muestra Pasante del No. 4



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318		LL 00	LP 00	IP 0
Clasif.	SUCS	SM	AASHTO	A-1-b
				IG (0)

HECHO POR: Tec. Franklin C.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 LL N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: adm@wrcingeosac.com

Anexo 57: Panel fotográfico de las calicatas en la avenida.

 **WRC INGENEO S.A.C.[®]**
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

TESIS :
GALINDO SALINAS ESTANISLAO ENRIQUE
RICSE CHANCASANAN STALIN ROMEL
ADICION DE TEREFTALATO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO
DISEÑO 210 Kg/cm2 EN LA AVENIDA AVELINO CACERES ZONA F HUAYCAN ATE

PANEL FOTOGRAFICO - CALICATA 01



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 996 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolivar N° 632 • Cel.: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: adm@wrcingeosac.com

Fuente: Laboratorio WRC INGENEO S.A.C.

Anexo 58: Registro d excavación.



WRC INGENIO S.A.C.[®]

INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITANTE : GALINDO SALINAS ESTANISLAO ENRIQUE
 : RICESE CHANCASANAN STALIN ROMEL
TESIS : ADICION DE TEREFALATO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DISEÑO 210 Kg/cm²
UBICACIÓN : Av. AVELINO CACERES ZONA F HUAYCAN, DIST ATE, PROV. DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA : OCTUBRE DEL 2020
CALICATA : C - 01
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m

PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
				SUCS	AASHTO
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50	(Symbol)	MATERIAL GRAVA ARENOSA CON PRESENCIA DE BOLONERIA PUNTIAGUDA, DE CONSISTENCIA SEMI SUELTA, SEMI HUMEDA DE COLOR MARRON CLARO	M - 1	GM	A-1 -a (0)
0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50	(Symbol)	MATERIAL ARENA LIMOSA D BAJA PLASTICIDAD, SEMI HUMEDAD, DE COLOR MARRON CLARO, CONSISTENCIA MEDIA, NO SE ENCONTRO LA PRESENCIA DE LA NAPA FREATICA.	M - 2	SM	A-1-b (0)
1.60 1.70 1.80 1.90 2.00					

Observaciones : Tipo de Excavación a cielo abierto (calicata)

WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO

ING. CIVIL / CIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720

BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720

JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720

E-mail: adm@wrcingeosac.com

Fuente: Laboratorio WRC INGENIO S.A.C.

Anexo 59: Resultado del estudio en laboratorio de la muestra.



WRC INGENIO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

SOLICITA : GALINDO SALINAS ESTANISLAO ENRIQUE
: RICSE CHANCASANAN STALIN ROMEL

TESIS : ADICION DE TEREFTALATO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DISEÑO 210 Kg/cm²

UBICACIÓN : Av. AVELINO CACERES ZONA F HUAYCAN, DIST ATE, PROV. DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIM

FECHA : OCTUBRE DEL 2020

RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO

CALICATA : C - 01
MUESTRA : M - 1
PROFUNDIDAD : 0.50 - 1.50 m

I. ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Metodo	A
Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1,868
Optimo Contenido de Humedad (%)	11,00

b).- Compactacion de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de Capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm ³)	1,868	1,681	1,4944
Contenido de Humedad	11,00	11,00	11,00

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg. De penetración

MOLDE N°	Penetracion (pulg.)	Presion Aplicada (Lbgr/pulg ²)	Presion Patron (Lb/pulg ²)	CBR %
I	0,1	425	1000	42,5
II	0,1	280	1000	28,0
III	0,1	150	1000	15,0

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 42,50
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 35,00

HECHO POR : Téc. Franklin C.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZARATE CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolivar N° 632 • Cel.: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: adm@wrcingeosac.com

Fuente: Laboratorio WRC INGENIO S.A.C.

Anexo 60: Análisis granulométrico de la muestra del suelo.



WRC INGENIO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

SOLICITANTE : GALINDO SALINAS ESTANISLAO ENRIQUE
 : RICSE CHANCASANAN STALIN ROMEL

TESIS : ADICION DE TEREFALATO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DISEÑO 210 Kg/cm²

UBICACIÓN : Av. AVELINO CACERES ZONA F HUAYCAN, DIST ATE, PROV. DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

FECHA : OCTUBRE DEL 2020

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422

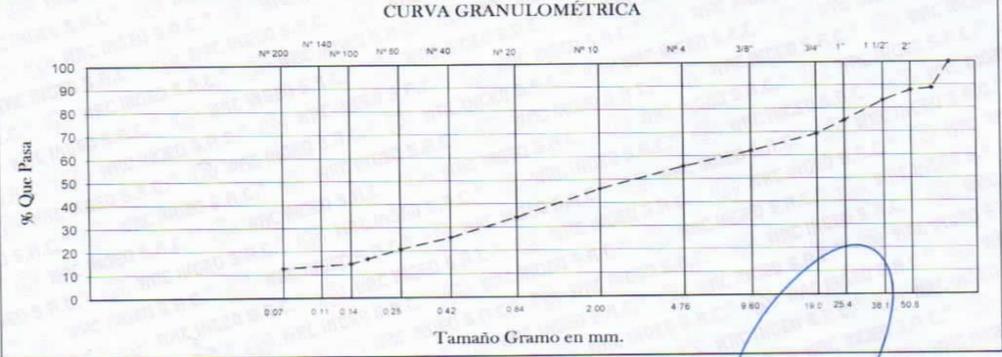
CALICATA : C - 01 MUESTRA : M - 01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.50 m.

GRANO > No. 4						GRANO < No. 4							
Mallas A S T M	PESO TOTAL DE LA MUESTRA					Luz Tamiz En m.m	GRM			% Acumulado Retenido	% Acumulado Que pasa		
	Luz Tamiz En m.m	Retenido en g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado Que pasa		Luz Tamiz En m.m	Retenido en g	% Parcial Retenido				
												No. 4	10	20	40	60	100	140	200	F
wo =	8840.0 g										w1 =	4915.6 g	
			0.0	0.0	100.00								
3"	76.200	1005.5	11.4	11.4	88.63	10	2.000	83.5	9.5	53.9	48.10		
2 1/2"	83.500	0.0	0.0	11.4	88.63	20	0.840	104.8	11.9	65.8	34.17		
2"	50.800	72.3	0.8	12.2	87.81	40	0.420	74.7	8.5	74.3	25.66		
1 1/2"	38.100	390.8	4.4	16.6	83.39	60	0.250	42.9	4.9	79.2	20.78		
1"	25.400	756.5	8.6	25.2	74.83	100	0.177	36.2	4.1	83.3	16.68		
3/4"	19.000	501.9	5.7	30.8	69.15	140	0.149	18.3	2.1	85.4	14.57		
3/8"	9.600	622.7	7.0	37.9	62.11	200	0.074	16.2	1.8	87.3	12.73		
No. 4	4.760	574.7	6.5	44.4	55.61	F		111.8	12.7	100.0	0.00		

wo = Peso total de la muestra	8840.0 g
w1 = Peso de la Fraccion Pasante del No. 4	4915.6 g
w2 = Peso Total de la Muestra Pasante del No. 4	4915.6 g

% DE HUMEDAD ASTM D2216	5.40
% DE GRAVA	44.39
% DE ARENA	42.88
% DE FINOS	12.73

CURVA GRANULOMÉTRICA



LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	LL 00	LP 00	IP 0
Clasif.	SUCS	GM	AASHTO
			A-1/a
			IG(0)

HECHO POR: Tec. Franklin C.



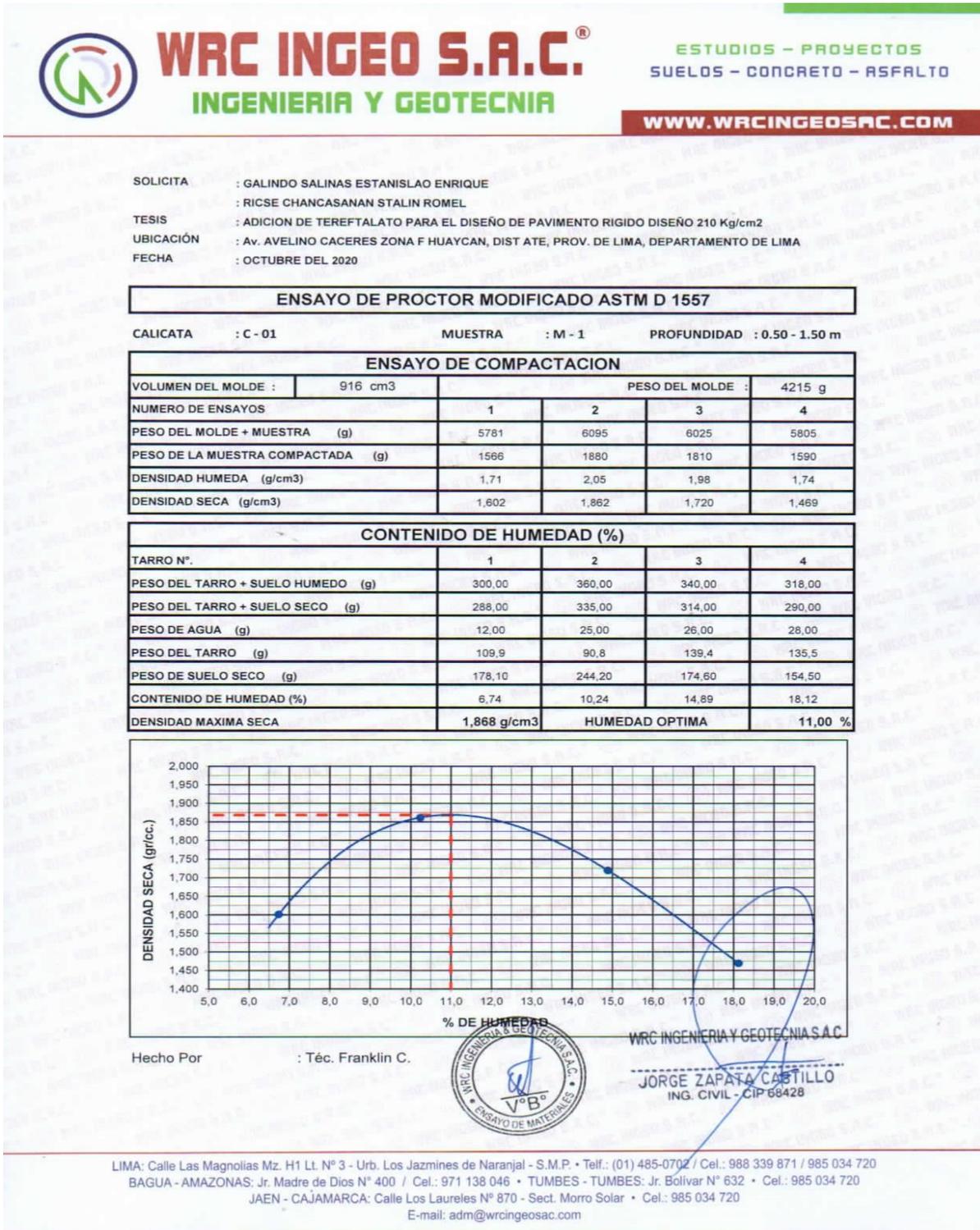
WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 LL N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
 BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
 JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
 E-mail: adm@wrcingeosac.com

Fuente: Laboratorio WRC INGENIO S.A.C.

Anexo 61: Ensayo Proctor modificado del suelo.



Fuente: Laboratorio WRC INGENIO S.A.C.

Anexo 62: Maduración del concreto de 0 a 28 días.



WRC INGENIO S.A.C.[®]
INGENIERIA Y GEOTECNIA

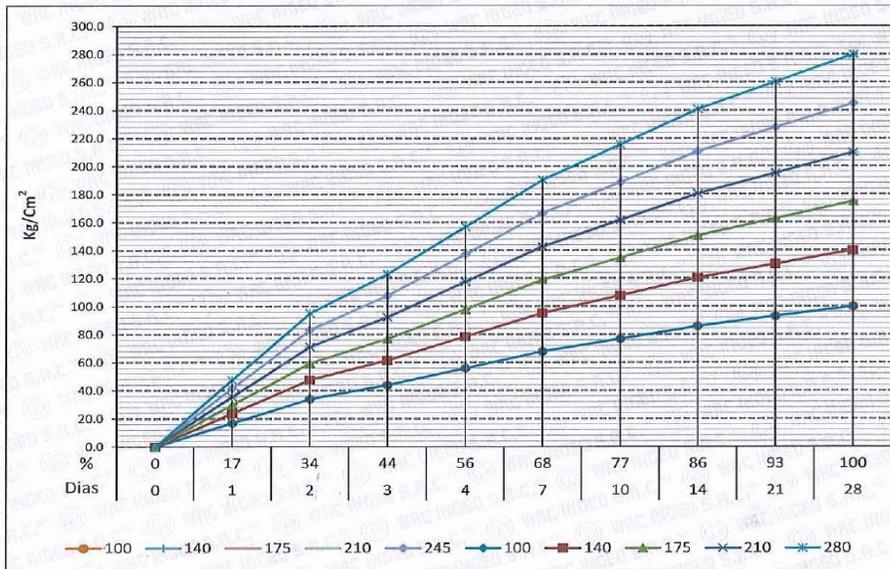
ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

RESISTENCIA DE COMPRESION SIMPLE DEL CONCRETO

A.- TABLA DE VALORES

DIAS	%	F'c (Kg/cm ²)					
		100	140	175	210	245	280
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	17	17.00	23.80	29.75	35.70	41.65	47.60
2	34	34.00	47.60	59.50	71.40	83.30	95.20
3	44	44.00	61.60	77.00	92.40	107.80	123.20
4	56	56.00	78.40	98.00	117.60	137.20	156.80
7	68	68.00	95.20	119.00	142.80	166.60	190.40
10	77	77.00	107.80	134.75	161.70	188.65	215.60
14	86	86.00	120.40	150.50	180.60	210.70	240.80
21	93	93.00	130.20	162.75	195.30	227.85	260.40
28	100	100.00	140.00	175.00	210.00	245.00	280.00



LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
 BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
 JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
 E-mail: adm@wrcingeosac.com

Fuente: Laboratorio WRC INGENIO S.A.C.

Anexo:63:Constatación de hipótesis 20 %.

Hipótesis de investigación

“Con la adición del tereftalato incrementa las propiedades mecánicas del concreto para el diseño del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020”

Probetas: Para verificar su influencia en la resistencia a compresión del concreto adicionando 20% de tereftalato, en la siguiente tabla se aprecia las lecturas obtenidas.

Lecturas de resistencia a compresión de probetas.

N.º de testigos	Identificación	Edad (días)	f'c(kg/cm ²)			f'c promedio(kg/cm ²)
3	Diseño patrón	28	336	333	329	333
3	20%	28	295	294	298	296

En esta oportunidad estimó el nivel de confianza de 95%, así también un nivel de significancia de 5%.

$$H_0: \mu \leq 333 \text{ Kg/cm}^2 \quad H_{2.1}: \mu > 333 \text{ Kg/cm}^2$$

Nivel de significancia = 0.05

T de una muestra: Resistencia a compresión

N:3

Media: 295.76

Desviación Estandar: 2.18

Error estándar de la media: 1.26

Intervalo de confianza : 95%

Prueba

Hipótesis nula

$$H_0: \mu = 333 \text{ kg/cm}^2$$

Hipótesis alterna

$$H_1: \mu > 333 \text{ kg/cm}^2$$

Valor t: -29.57

Valor p: 0.999

Ubicación de límites en la distribución t calculado de una tabla de

$$gl = 3 - 1 = 2$$

$$\gamma = 1 - \alpha = 1 - 0.05 = 0.95$$

$$t_{.95} = 2.92$$

Estadístico t de prueba calculado:

$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{s}{\sqrt{N}}} = -29.57$$

Vigas: Para verificar su influencia en la resistencia a flexión del concreto adicionando 20% de tereftalato, en siguiente tabla se aprecia los datos obtenidos en laboratorio.

N.º de testigos	Identificación	Edad (días)	MR (kg/cm ²)			MR promedio (kg/cm ²)
3	Diseño patrón	28	45	43	42	43
3	20%	28	38	37	39	38

$$H_0: \mu \leq 43 \text{ Kg/cm}^2$$

$$H_{2,2}: \mu > 43 \text{ Kg/cm}^2$$

Nivel de significancia = 0.05

de una muestra: Resistencia a compresión
Se tiene los datos de la μ : media resistencia a flexión

N:3

Media: 37.656

Desviación Estandar: 1.075

Error estandar de la media: 0.621

Intervalo de confianza : 95%

Prueba

Hipótesis nula

Hipótesis alterna

Valor t: -8.61

Valor p: 0.993

$$H_0: \mu = 43 \text{ kg/cm}^2$$

$$H_1: \mu > 43 \text{ kg/cm}^2$$

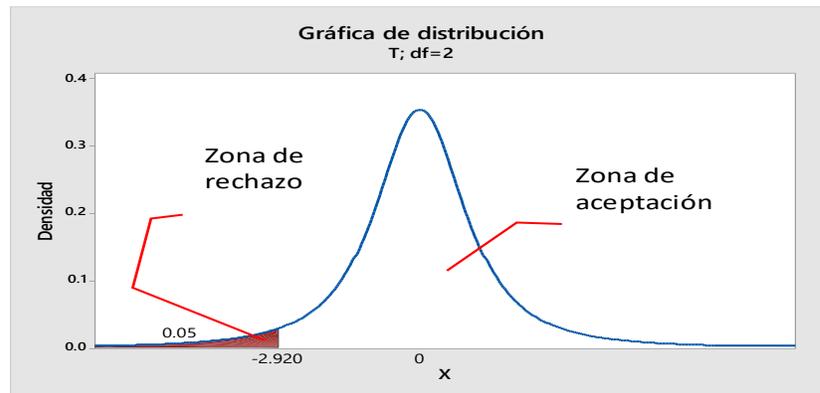
Formulación de hipótesis:

H_0 : Con la adición del tereftalato no incrementa las propiedades mecánicas del concreto para el diseño del pavimento rígido en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020.

$H_{2,1}$: Con la adición del tereftalato incrementa las propiedades mecánicas del concreto para el diseño del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020

Estadístico t de prueba calculado:

$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{s}{\sqrt{N}}} = -8.61$$



Decisión y conclusión

Los valores de t_1 : -29.57 respecto a los ensayos de compresión y t_2 : -8.61 con respecto a flexión se encuentran en la zona de rechazo tal como se observa en la curva de distribución que indica que se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula.

Con esto se concluye que adicionar tereftalato al 20 % al concreto no mejora su resistencia a compresión y resistencia a flexión.

Fuente:Elaboración propia.

Anexo 64: Contrastación de hipótesis 30%.

Vigas: Para verificar su influencia en la resistencia a flexión del concreto adicionando 30% de tereftalato, en siguiente tabla se aprecia los datos obtenidos en laboratorio.

Con la adición del tereftalato incrementa las propiedades mecánicas del concreto para el diseño del pavimento rígido f'c=210kg/cm2 en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020	Identificación	Edad (días)	MR (kg/cm2)	MR (kg/cm2)	MR (kg/cm2)	MR (kg/cm2)
	Patrón	28	45	43	42	43
	30%	28	37	35	36	36

$$H_0: \mu \leq 43 \text{ Kg/cm}^2 \quad H_{2,2}: \mu > 43 \text{ Kg/cm}^2$$

Nivel de significancia = 0.05

de una muestra: Resistencia a compresión
Se tiene los datos de la μ : media resistencia a flexión

N: 3
Media: 36.288
Desviación Estandar: 1.159
Error estandar de la media: 0.669
Intervalo de confianza : 95%

Prueba
Hipótesis nula $H_0: \mu = 43 \text{ kg/cm}^2$
Hipótesis alterna $H_1: \mu > 43 \text{ kg/cm}^2$
Valor t: -10.03
Valor p: 0.995

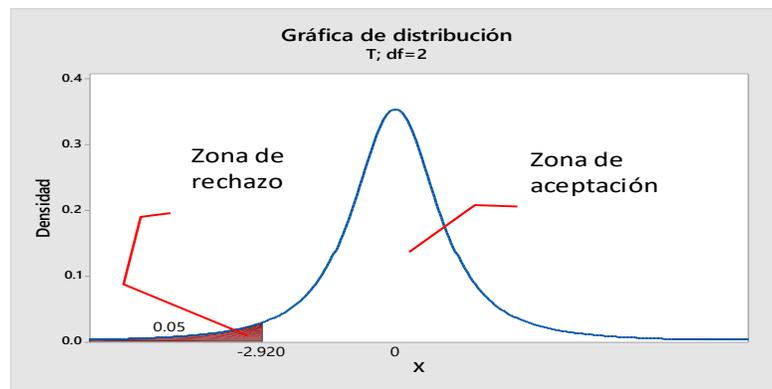
Formulación de hipótesis:

H_0 : Con la adición del tereftalato no incrementa las propiedades mecánicas del concreto para el diseño del pavimento rígido en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020.

$H_{2,1}$: Con la adición del tereftalato incrementa las propiedades mecánicas del concreto para el diseño del pavimento rígido f'c=210kg/cm2 en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020

Estadístico t de prueba calculado:

$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{s}{\sqrt{N}}} = -10.03$$



Decisión y conclusión

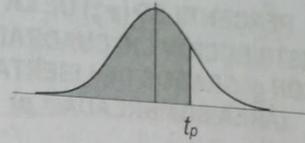
Los valores de t_1 : -21.27 respecto a los ensayos de compresión y t_2 : -10.03 con respecto a los ensayos a flexión se encuentran en la zona de rechazo tal como se observa en la curva de distribución, lo que indica que se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula.

Con esto se concluye que adicionar tereftalato al 30 % al concreto no mejora su resistencia a compresión y resistencia a flexión.

Fuente :Elaboracion propia.

Anexo 65: Tabla estadística t de student.

PERCENTILES (t_p) DE LA
DISTRIBUCIÓN t DE STUDENT
CON g GRADOS DE LIBERTAD
(ÁREA SOMBREADA = p)



g	$t_{0,995}$	$t_{0,99}$	$t_{0,975}$	$t_{0,95}$	$t_{0,90}$	$t_{0,80}$	$t_{0,75}$	$t_{0,70}$	$t_{0,60}$	$t_{0,55}$
1	63,66	31,82	12,71	6,31	3,08	1,376	1,000	0,727	0,325	0,158
2	9,92	6,96	4,30	2,92	1,89	1,061	0,816	0,617	0,289	0,142
3	5,84	4,54	3,18	2,35	1,64	0,978	0,765	0,584	0,277	0,137
4	4,60	3,75	2,78	2,13	1,53	0,941	0,741	0,569	0,271	0,134
5	4,03	3,36	2,57	2,02	1,48	0,920	0,727	0,559	0,267	0,132
6	3,71	3,14	2,45	1,94	1,44	0,906	0,718	0,553	0,265	0,131
7	3,50	3,00	2,36	1,90	1,42	0,896	0,711	0,549	0,263	0,130
8	3,36	2,90	2,31	1,86	1,40	0,889	0,706	0,546	0,262	0,130
9	3,25	2,82	2,26	1,83	1,38	0,883	0,703	0,543	0,261	0,129
10	3,17	2,76	2,23	1,81	1,37	0,879	0,700	0,542	0,260	0,129
11	3,11	2,72	2,20	1,80	1,36	0,876	0,697	0,540	0,260	0,129
12	3,06	2,68	2,18	1,78	1,36	0,873	0,695	0,539	0,259	0,128
13	3,01	2,65	2,16	1,77	1,35	0,870	0,694	0,538	0,259	0,128
14	2,98	2,62	2,14	1,76	1,34	0,868	0,692	0,537	0,258	0,128
15	2,95	2,60	2,13	1,75	1,34	0,866	0,691	0,536	0,258	0,128
16	2,92	2,58	2,12	1,75	1,34	0,865	0,690	0,535	0,258	0,128
17	2,90	2,57	2,11	1,74	1,33	0,863	0,689	0,534	0,257	0,128
18	2,88	2,55	2,10	1,73	1,33	0,862	0,688	0,534	0,257	0,127
19	2,86	2,54	2,09	1,73	1,33	0,861	0,688	0,533	0,257	0,127
20	2,84	2,53	2,09	1,72	1,32	0,860	0,687	0,533	0,257	0,127
21	2,83	2,52	2,08	1,72	1,32	0,859	0,686	0,532	0,257	0,127
22	2,82	2,51	2,07	1,72	1,32	0,858	0,686	0,532	0,256	0,127
23	2,81	2,50	2,07	1,71	1,32	0,858	0,685	0,532	0,256	0,127
24	2,80	2,49	2,06	1,71	1,32	0,857	0,685	0,531	0,256	0,127
25	2,79	2,48	2,06	1,71	1,32	0,856	0,684	0,531	0,256	0,127
26	2,78	2,48	2,06	1,71	1,32	0,856	0,684	0,531	0,256	0,127
27	2,77	2,47	2,05	1,70	1,31	0,855	0,684	0,531	0,256	0,127
28	2,76	2,47	2,05	1,70	1,31	0,855	0,683	0,530	0,256	0,127
29	2,76	2,46	2,04	1,70	1,31	0,854	0,683	0,530	0,256	0,127
30	2,75	2,46	2,04	1,70	1,31	0,854	0,683	0,530	0,256	0,127
40	2,70	2,42	2,02	1,68	1,30	0,851	0,681	0,529	0,255	0,126
60	2,66	2,39	2,00	1,67	1,30	0,848	0,679	0,527	0,254	0,126
120	2,62	2,36	1,98	1,66	1,29	0,845	0,677	0,526	0,254	0,126
α	2,58	2,33	1,96	1,645	1,28	0,842	0,674	0,524	0,253	0,126

Fuente: Tabla tomada de Ávila Acosta, Roberto (1990, p. 382). Estadística elemental.

Anexo 66: Validación de instrumento de juicio de expertos.



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN JUICIO DE EXPERTO

TESIS:

I. DATOS GENERALES

1.1 ESPECIALIDAD: Ingenieros y técnicos especialistas del laboratorio WRC INGENIERÍA & GEOTECNIA S.A.C.

1.2 Título de investigación: Adición del tereftalato para el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Avelino Cáceres Zona F Huaycán Ate 2020.

1.3 Apellidos y nombres de los investigadores:

- Galindo Salinas, Enrique Estanislao
- Ríos Chancasanan, Stalin Romel

Nota: Para cada pregunta se considera la escala de 0 a 4 donde:

- 1 - Regular
- 2 - Bueno
- 3 - Aceptable
- 4 - Excelente

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	REGULAR	BUENO	ACEPTABLE	EXCELENTE
		1	2	3	4
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje adecuado y específico.			✓	
2. Objetividad	Expresa el alcance de la investigación.			✓	
3. Actualidad	Contribuye al avance de la ciencia, tecnología y desarrollo sostenible.			✓	
4. Organización	Existe una organización lógica.			✓	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos de calidad.			✓	
6. Consistencia	Basados en aspectos técnicos científicos.			✓	



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

5. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.			✓	
7. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico			✓	
8. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación			✓	

Opinión:

FAVORABLE



NO FAVORABLE



DEBE MEJORAR



III. RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN

3.1 Apellidos y Nombres del especialista:

.....

C.I.P.

3.2 Apellidos y Nombres del especialista:

.....

C.I.P.

3.3 Apellidos y Nombres del especialista:

.....

C.I.P.

WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL CIP 68428

Firma y sello

WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C
EDDAR FERNANDEZ REGALADO OBLITAS
ING. CIVIL CIP 7119

Firma y sello

Lima 28 setiembre del 2020

WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C
WILFREDO REGALADO CUEVA
ING. CIVIL CIP 68428

Firma y sello

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 63: Autenticidad del turniting.

Adición del tereftalato para el diseño de pavimento rígido
 $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Avelino Cáceres Zona F Huaycán
Ate, 2020

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE
INTERNET

0%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

Adición del tereftalato para el
diseño de pavimento rígido
 $f^c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida
Avelino Cáceres Zona F
Huaycán Ate, 2020
por stalin ricse

Fecha de entrega: 25-nov-2020 10:42p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1457343991

Nombre del archivo: TESIS_FINAL_GALINDO-RICSE.pdf (1.77M)

Total de palabras: 12625

Total de caracteres: 62205



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

24

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Título de la Tesis

Adición del tereftalato para el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$
en la avenida Avelino Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020

¹ TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR(ES):

Galindo Salinas, Enrique Estanislao (ORCID: 0000-0003-1175-015x)

Ricse Chancasanan, Stalin Romel (ORCID: 0000-0003-4765-301X)

ASESOR(A):

Mg. Diaz Huiza, Luis Humberto (ORCID: 0000-0003-104-5008)

¹ **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

LIMA- PERÚ

2020

I.INTRODUCCIÓN

En el presente, se encuentra una gran dificultad que generaliza a todo el mundo y el motivo fundamental es el aumento excesivo de los Desperdicios Sólidos Urbanos y los Desperdicios Sólidos Plásticos que progresivamente está deteriorando el medio ambiente, de tal manera que existen toneladas de plástico en los mares. Siendo 8 millones de toneladas que están acumuladas flotando en el pacífico y llegando hasta las costas. Una cantidad preocupante que se debe reducir, ya que el tereftalato de polietileno demora en desintegrarse en el lapso de 100 y 700 años, como también obedece al grosor del plástico (Meza, 2017, p.17).

La responsabilidad con el habitat debe ser lo más apresurado factible ya que los recursos naturales se están agotando, y una de las posibilidades de salvación es reutilizar y regenerar los plásticos, para darle mejor aprovechamiento porque son estos productos los que de forma desmesurada están en las ciudades, océanos y otros. Conforme con la entidad del plástico mencionado por (Alejandro et al., 2015, p. 8) refiere que "durante el año 2000 se produjeron 1900 millones de toneladas de basura en el mundo, lo cual representa 5.2 millones diarias; el cual solo el 36 % recibió un tratamiento, el resto se convirtió en problema ecológico, social y económico", esto a causa del valor que ocasionaba su transporte y liquidación de los desperdicios sólidos en estos días es más caro y controvertido (Meza,2017,p.17).

Lo que queremos dar a entender en la investigación es darle un segundo uso a la basura plástica, siendo precisos hablamos de las botellas de plástico de diferente tamaño y color. Para así poder transformarlo en un material que sirva como agregado de construcción y adicionarle en nuestro pavimento rígido, formando parte de la estructura sólida. Así también contribuir con el medio ambiente ya que encontraríamos un lugar más donde llevaríamos los plásticos reciclados, reduciendo así los lugares donde llegan a parar estos, como son en el río, mares, calles y otros. Así mismo teniendo en cuenta esta cultura de reducir la basura y darle una transformación

aprovechando sus propiedades ya que el tiempo de su degradación puede tardar mucho.

Igualmente, Hernández manifiesta, ²⁷ en el Perú solo se reciclan el 0.3% de las 950 mil toneladas de plástico desechadas según el ministerio del ambiente (MINAN). También puede encontrarse que en una fecha tope el entierro de residuos sólidos en cualquier momento nos pondrá en grandes dificultades ya que en el presente existen más de 100 mil clasificadores de los residuos ¹ en el mundo del reciclado en Perú, es una acción reducida por la dirección ¹ de normas como la ley 29491. Por lo tanto, lo que se intenta es que productos desaprovechados o mejor indicados como residuos sólidos obtengan por finalidad la sustitución a los materiales que usualmente se emplean en la construcción (Meza, 2017, p.18).

En el presente, la finalidad es la elaboración con materiales reutilizables, y llegar a moderar los excesivos desechos de residuos sólidos que producimos continuamente. Lo que se busca con el actual estudio es recomendar un ⁶ diseño de pavimento rígido con adición de tereftalato a base de la reutilización de botellas de plásticos reciclados para la avenida Andrés Avelino Cáceres de Huaycán-Ate, que será como futuro proyecto para mejorarlo al encontrarse en la actualidad en pésimas condiciones, donde la perspectiva es obtener un resultado ecológico y amigable con el ecosistema (Meza, 2017, p.18).

Formulación del problema

Surge la necesidad de cuestionarnos después del análisis de la realidad problemática, empleamos el problema general: ¿Como diseñar un pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ adicionando tereftalato para la avenida Andrés Cáceres Zona f Huaycán Ate, 2020?, inmediatamente se tiene los problemas específicos: ¿Cómo influye la adición del tereftalato en las propiedades físicas del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres Zona f Huaycán Ate, 2020?; ¿En qué medida ayuda la adición del ¹ tereftalato en las propiedades mecánicas del concreto para el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres zona f Huaycán Ate, 2020?; ¿Qué tan económico es adicionar tereftalato al concreto para el diseño de

pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres zona f Huaycán Ate, 2020?

Justificación de la investigación

En la actualidad se procura usar materiales reutilizables que sean ahorrativos y durables, tal como el producto del tereftalato de polietileno (PET). Con la investigación hecha sobre acumulación de desechos sólidos según la plataforma del ministerio del ambiente para lidiar con los desperdicios en la ciudad de Lima Metropolitana del año 2020 que en estos días se recolecta miles de toneladas de residuos sólidos, que nos hace deducir que la gran cantidad que se acopia es de un exceso descomunal de residuos como son las botellas plásticas PET. Lo que sería de gran utilidad para la finalidad del presente estudio utilizarse como agregado triturado para adicionar al pavimento rígido de tal manera que proporcione una mayor resistencia y durabilidad al concreto hidráulico. Por lo tanto, la justificación de la utilización del tereftalato de polietileno PET se da en 4 categorías fundamentales.

Justificación técnica

El material de tereftalato de polietileno contiene propiedades físicas y químicas muy optimas en cuanto al tiempo a degradarse, es por esto que el PET es regenerado de los desechos sólidos reciclados por la ciudad de Lima, motivo por el cual llega a ser rentable y de fácil acopio, no necesitando de personal calificado para su reutilización y aplicación en los pavimentos rígidos tal como para la construcción de carreteras, obteniendo de forma exitosa y de efecto favorable para el ecosistema.

Justificación económica

Con la aplicación del tereftalato de polietileno triturado al concreto con el fin de aplicar en pavimentos rígidos, reduciremos los costos de materiales ya que su uso será remplazar porcentajes del agregado fino en de 10%,20% y 30%. Viendo su efectividad de este material conseguiremos pavimentos más baratos con la misma resistencia y durabilidad.

Justificación practica

Las botellas plásticas son trituradas de tal forma que quede como agregado es por eso que se emplea usar para incorporarlo al concreto, así mismo este es usado en para volver a fabricar botellas plásticas o en su mayoría productos de plásticos de alta resistencia.

Justificación ambiental

Al utilizar tereftalato en el concreto estamos reutilizando las botellas plásticas, esto conlleva a que nuestro aporte con el medio ambiente es favorable porque de esta manera evitaremos que se acumulen en las calles.

Justificación social

Con el uso del tereftalato de polietileno también en obras civiles, promoverá directamente a la concientización del reciclaje en la zona, Ya que los habitantes del lugar se beneficiarán teniendo calles pavimentadas y limpios de cualesquiera residuos sólidos.

Previo análisis de las justificaciones tenemos el objetivo general: Proponer el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ adicionando tereftalato para la avenida Andrés Cáceres Zona f Huaycán Ate, 2020, así mismo los objetivos específicos: Mejorar el slump del concreto en las propiedades físicas para el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020; Precisar en qué medida favorece la adición del tereftalato en las propiedades mecánicas del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres zona f Huaycán Ate, 2020 y Diferenciar el costo beneficio de un concreto con adición de tereftalato a un concreto convencional para el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres zona f Huaycán Ate, 2020.

Teniendo en cuenta los objetivos tenemos la hipótesis general: Adicionar tereftalato mejora las propiedades físicas y mecánicas del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para la avenida Andrés Cáceres Zona f Huaycán Ate, 2020, así mismo los objetivos

específicos: La adición del tereftalato mejora las propiedades físicas del concreto del diseño de pavimento rígido en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020; Con la adición del tereftalato incrementa **las propiedades mecánicas del concreto para el diseño** del pavimento rígido en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020 y Adicionar tereftalato a la mezcla es más económico que el concreto convencional en el diseño de pavimento rígido $f_c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres zona f Huaycán Ate, 2020.

La avenida Andrés avelino Cáceres de Huaycán es una carretera que tiene registro de un pavimento flexible en proceso de degradación tal como se muestra en la figura 1 que llegó hasta la subbase generando nubes de polvo, siendo este una contaminación para las personas.



Figura 1 :Deterioro de la Avenida Andrés Cáceres en Huaycán.

Las botellas más comunes a usarse son las de están contenido con alguna bebida, esto indica que su alto consumo genera un aumento de este material por lo tanto llega a ser un problema ya que están acumulados en lugares de depósito y rellenos sanitarios. Es por ello que se recolectará estas botellas plásticas y seleccionarlos tal como indica la figura 2 para perder titularlos.



Figura 2 :Reciclado de botellas (PET).

:

II.MARCO TEÓRICO

En Colombia se han investigado concreto con adición de plástico en donde Rodríguez, Luis y Castro, Fabio(2019).En su tesis "Evaluación del Comportamiento de Concreto Hidráulico con Adición de Fibras de PET", tiene como objetivo el estudio del tereftalato de polietileno (PET) al ser un componente que se encuentra en grandes cantidades en el habitat y que tiene características físicas propicias para la resistencia y durabilidad, este producto no cuenta con el adecuado tratamiento por lo que causa serios daños al medio ambiente. En esta investigación se analizó el proceder de concreto hidráulico con adiciones de 1% y 5% en el peso de los agregados de fibras de PET, determinando si esta mezcla le da mayor resistencia al concreto que la de una mezcla de concreto tradicional. Por lo tanto, se realizaron pruebas de ensayo, sometidos a flexión en vigas, así confrontar los datos obtenidos de las diferentes proporciones empleadas. Como resultado a los 28 días de fraguado probetas con adición de PET entre 1% y 1.5%, verificado los resultados en la que se observó una reducción de 40% y 44% en base a la resistencia de un concreto convencional.

En Ecuador -Quito se hicieron investigaciones donde aplicaron botellas recicladas al concreto es así que Mendieta, Edwin (2016).Con título de su tesis "Diseño de mezcla para hormigón simple de 240 kg/cm² utilizando fibras de materiales reciclados (Botellas de Plástico)", tiene por finalidad analizar una nueva opción de diseño en un concreto de $f'c=240\text{kg/cm}^2$, con PET reciclado, material con el cual se le cortara para darle diferentes tamaños de fibra con una maquina artesanal para luego realizar el diseño de mezcla que por consiguiente se utilizó una prensa para roturas de las probetas de muestras, por lo tanto se preparó un encofrado para losa de 0.07m x 0.5m x 1.14m con proporciones de diferentes fibras a las cuales se le aplico diferentes cargas, para determinar su comportamiento. Comparándose 3 resultados en pruebas con fibra, donde se concluyó que se mejoró su fuerza en su resistencia a compresión y en resistencia a flexión. En un segundo resultado también se mejoró a lo que un concreto normal presenta. Se llega a la conclusión final de que la adición de plástico en el hormigón muestra un comportamiento satisfactorio contribuyendo a una mejor resistencia, y también que su reciclaje contribuye al cuidado del medio ambiente.

En Colombia – Bogotá se han analizado los residuos PET en pavimentos tal como Arteaga, Jefferson (2018). Con su título de tesis “Análisis del comportamiento de la base – cemento para pavimentos con adición de residuos PET reciclado”, con su objetivo de encontrar y buscar procesos innovadores ambientales en beneficio sustentables en la construcción de infraestructura vial, hubo una mejora de materiales debido a esfuerzos, producto el uso de materiales reciclados que perjudican al ambiente, tal es el caso del material PET es por ello la finalidad del estudio. Con lo que se pretende analizar las propiedades físicas y mecánicas de una base BTC 25 estatizada con cemento para pavimentos rígidos y flexibles, agregando PET, con el fin de establecer material estabilizante, para así reemplazar a material granular No 4 en un porcentaje buscando obtener mejores resistencias a la compresión mínima 3.5 Mpa. En la investigación será experimental, revisando bibliografías de materiales PET, después llevándolo a un laboratorio para determinar sus evaluaciones. Se emplearon 13 ensayos en laboratorio cuyos resultados serán evaluados y comparados en dos casos, en primer caso base granular adicionándole cemento y otra granular adicionándole cemento más PET. Con el fin de determinar si el PET mejora las propiedades tanto físicas como mecánicas.

En Chiclayo en cuanto a investigaciones nacionales en donde Parra, Carlos (2019) Con título de su tesis “Aplicación del plástico reciclable en la mezcla de concreto $f_c=210$ kg/cm² para verificar su influencia en la resistencia a compresión”, en su finalidad de investigación experimental son los efectos de la aplicación del plástico reciclable de alta densidad en sus características del plástico aplicado al concreto. Para un concreto con plástico triturado se planteó tres dosificaciones con un porcentaje de 6%, 12%, y 18% mediante plástico triturado en el agregado para el concreto de 210 kg/cm² y así también para la mezcla patrón. Utilizándose agregado fino y grueso (piedra de ½”) de la cantera La Victoria – Patapo, con un cemento Portland Extra Forte y el Plástico Triturado, se llegó a la conclusión de que el uso de plástico reutilizable de alta densidad en el concreto no alcanzo aumentar la resistencia a la compresión tal como el PT6%(205.07 kg/cm²), PT12%(197.81 kg/cm²) por lo que

reduce sucesivamente su resistencia referente a la ¹ mezcla patrón MP (221.79 Kg/cm²).

En lima la investigación hecha por Baldeon, Jerry (2017). Con título de su tesis “Mejoramiento funcional en las propiedades del concreto hidráulico incorporando fibras de polipropileno al pavimento rígido, Comas- El correo, 2017”, La presente investigación tiene por finalidad el de mejorar las propiedades del concreto hidráulico con la agregación de fibras de polipropileno en pavimentos rígidos, puesto que en el lugar el tipo de suelo será afectada por la trasmisión de cargas, por lo tanto es fundamental diseñar un concreto de excelente performance para que sea de gran apoyo al comportamiento de un pavimento rígido. Se prepararán tres ensayos con probetas de 50%, 75%, y 100%, de fibras de polipropileno y se hará una comparación con la resistencia del concreto 280 kg/cm², para después llegar a la conclusión con los ensayos a compresión y también la preparación de vigas de muestra a la flexión, rigiéndose a las normas ASTM, MTC, NTP, ensayos que demostraran la buena calidad de un concreto hidráulico.

En Jaén se han investigado la incorporación de fibras de plástico PET a la mezcla de concreto en cuanto Esquivel, Pedro y Ticliahuanca, Marian (2019). Con el título de su tesis: “Resistencia y agrietamiento por contracción del concreto para pavimentos rígidos con incorporación de fibras PET”, en su objetivo de investigación en el transcurso del tiempo, estos estudios han logrado demostrar que la adición de fibras PET han mejorado la calidad de las características del concreto. Se incrementó un mejoramiento de ⁹ resistencia a la compresión y la flexión, como también aminora el agrietamiento por contracción a la incorporación de fibras PET en el concreto para pavimentos rígidos. Se realizaron ensayos con el ¹⁵ diseño de mezcla para un concreto de $F'c = 34$ kg/cm² y $F'c = 280$ kg/cm². Con esto se preparó unas pruebas control y una prueba experimental a la que se agregó una proporción de 0.03%, 0.05% y 0.07% en peso de fibras esparcidas, en los que se hizo pruebas normalizadas: en estado fresco y estado endurecido. Se llegaron a resultados que demostraron que la adición de fibras PET reducen la trabajabilidad del concreto, pero a medida que se incrementa la dosificación; más no modifica la temperatura, el ⁵ peso unitario y el contenido de aire

ya que los cambios son insignificativos. Se concluye que en cuanto a ⁵ la resistencia a la compresión del concreto la prueba ensayada demostró un aumento gradual, siendo la más representativa la dosificación de 0.07% la que origino un aumento de 10.2% con relación a la prueba patrón. A lo que relaciona la resistencia a la flexión del concreto, no se demostró un incremento constante, teniendo la dosificación de 0.05% la que si origino aumento de 20.0% con respecto a la prueba patrón. La prueba de la retracción restringida del concreto se demostró una disminución de un 14.3% del ancho término medio de las grietas en la dosificación de 0.07% concluyendo que la utilización de las fibras recicladas aumenta el mejoramiento de las cualidades del concreto.

Propiedades físicas del tereftalato

De manera global, comprendemos al material de plástico aquellos que pueden ser transformados con bajas temperaturas o pequeños esfuerzos. Estos plásticos se obtienen de manera artificial de origen orgánico con sustancias químicas, es decir, son componentes sintéticos con grandes cantidades de carbono, el oxígeno, moléculas de hidrogeno, el azufre y nitrógeno. Las sustancias de estos plásticos son de procedencia mineral usando el petróleo como material principal, de origen vegetal se usa el algodón y la resina de algunos árboles como materia prima. También se le agregan otros elementos químicos para darle características físicas, mecánicas o químicas que se encuentran en el plástico. Teniendo aspecto agradable acorde a la función que se le dará al objeto fabricado de plástico (Propiedades del plástico IES Agustín Espinosa, 2014, p.1).

Las estructuras químicas del PET están conformadas por dos principales monómeros que lo componen son el Ácido tereftálico y Etilenglicol, así como en la figura 3 se muestra se aprecia.

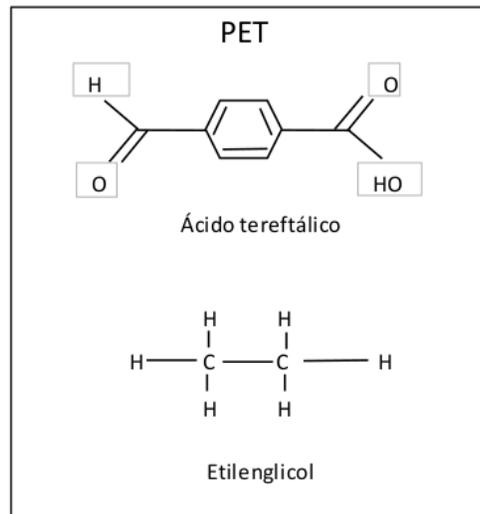


Figura 3: Estructura química del PET

Densidad del PET

Su mayor característica del plástico se relaciona entre densidad y resistencia, a disolventes, al ácido álcalis, siendo excelentes aisladores eléctricos y térmicos. Estas moléculas que componen pueden ser ramificadas, lineales o entrecruzadas, esto depende al tipo de plástico. Las ramificadas o lineales son termoplásticas estos se dilatan al calor, las entrecruzadas son termo endurecibles, quiere decir se endurecen al calor (Quevedo y Guaman, 2012, p.4).

Las características físicas del tereftalato de polietileno después de haberse triturado son de diámetro de 6.4 mm como tamaño máximo nominal, se puede apresar la muestra en la figura 4.



Figura 4: Agregado de tereftalato de polietileno.

El comportamiento del concreto conjuntamente adicionándole PET su densidad **46** **46** descende, esto es porque a mayor porcentaje de tereftalato baja su densidad, así como se observa en la figura 5.

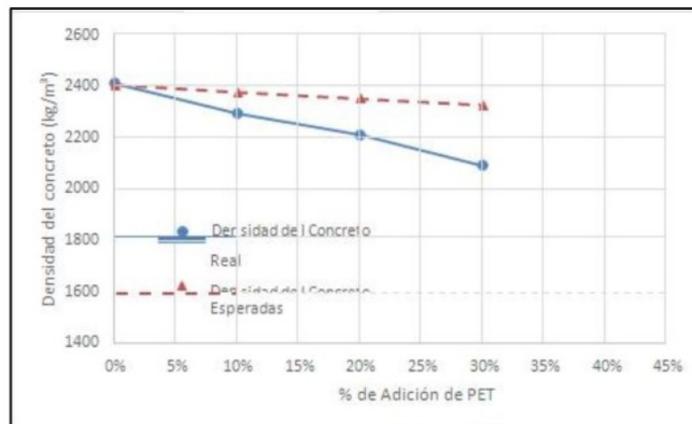


Figura 5: Densidad vs porcentaje de PET.

Impacto ambiental

El impacto que genera en el ambiente es la consecuencia de las actividades provocadas por el hombre en el ambiente, llegando a ser perjudicioso en la salud, calidad del oxígeno y belleza panorámica (Gómez y Gómez, 2013, p.29).

Por medio del reciclaje manual como se observa en la figura 6 se logra adquirir este material que así mismo ayuda a disminuir la contaminación, reducir energía, evitando la deforestación y reducir un 80% de espacio de los desperdicios de basura evitando los montículos de basura que son enterrados en rellenos sanitarios para así tener limpio el mundo (Quevedo y Guamán, 2012, p.12).



Figura 6 Reciclaje manual en el distrito de Ate.

La sociedad de industrias del plástico ¹ identificó de forma clara los 6 tipos de sintéticos que existen, así como nos muestra la tabla 1, esto nos ayuda a tener en cuenta que tipo de sintético se empleará.

Tabla 1: Resumen de los plásticos más comunes y sus usos.

CODIGO	SIGLAS	NOMBRE	USOS
	PET	Tereftalato de Polietileno	Envases de bebidas gaseosas, jugos, jarabes, aceites comestibles, bandejas artículos de farmacia, medicamentos, etc.
	PEAD (HDPE)	Polietileno de alta densidad	Envases de leche, detergentes, champú, baldes, bolsas, tanques de agua, cajones para pescado, etc.
	PVC	Policloruro de vinilo	Tuberías de agua, desagües, mangueras, cables, simil cuero, usos médicos como catéteres, bolsas de sangre, etc.
	PEBD (LDPE)	Polietileno de baja densidad	Bolsas para residuos, usos agrícolas, etc.
	PP	Polipropileno	Encases de alimentos industria automotriz, artículos de bazar y menaje, bolsas de uso agrícola y cereales, tuberías de agua caliente, films para protección de alimentos, pañales descartables, etc.
	PS	Poliestireno	Envases de alimentos congelados, aislante para heladeras, juguetes, rellenos, etc.

Fuente: Código Internacional SPI (Sociedad de Industrias del Plástico).

Comportamiento del tereftalato en el concreto

Por otro lado, el tereftalato PET, ya que pertenece al grupo de los polímeros resistentes, este se caracteriza precisamente por tener una buena resistencia a la fatiga y al desgarramiento, así también tiene un excelente comportamiento en presencia de humedad, ácidos, grasas y disolventes. Es por eso que utilizar tereftalato PET en remplazo del agregado produciría concretos con menos impacto ambiental al momento de elaborarse (Acevedo y Posada,2019, p.47).

Teniendo en cuenta la baja densidad del tereftalato a comparación de la arena, se analiza si sustituir el agregado es viable y mejor por peso o volumen. Sabiendo que el PET tiene su baja densidad remplazar al peso esto implica una alteración en la curva granulométrica, por lo tanto, aumentaría la cantidad de partículas considerando el

pasante de un tamiz que no afecte la curva granulométrica de agregados finos (Acevedo y Posada,2019, p.49)

Dosificación del tereftalato

En cuanto a la dosificación del tereftalato, muchos autores emplean porcentajes distintos guiándose de los antecedentes, remplazando en medida de volumen del agregado fino como por ejemplo el de 6% 12%y 18%, así mismo es referencia para esta tesis que usaremos el 10%,20% y 30%, más al contrario remplazaremos la arena por peso, esto viene siendo un reto de llegar a la resistencia requerida usando esta proporción de tereftalato PET.

Método de asentamiento (Cono de Abrams)

Este método nos permite medir la consistencia del concreto fresco, bajo la norma NTP 339.035. Además, no requiere de equipo costosos o inusuales ni personal profesional o especializado en este ensayo (Lugo y Torres,2019, p.28).

A través de este método conocido como slump conseguimos el valor numérico en pulgadas, verificando la altura de la varilla de acero hasta el punto centro de la masa de concreto, así como se muestra en la figura 7, podemos medir cuanto se asentó el concreto, es así que este resultado va relacionado a la trabajabilidad y el agua aplicada.



Figura 7: Asentamiento del concreto.

Esfuerzo a compresión

Una estructura que es sometido a un esfuerzo de compresión bajo dos fuerzas El ensayo a compresión opuestas, ocasionando una deformación de la estructura sometida a este ensayo (Lugo y Torres,2019, p.21).

Este ensayo está respaldado por la NTP 339.034 y la ASTM C39, que muestra una carga aplicada en el área superficial del espécimen cilíndrico tal como muestra la figura 8, es así que se obtiene la resistencia a compresión del concreto.

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Donde: Ecuación de esfuerzo

P: Carga axial actuante

A: Área de la sección transversal

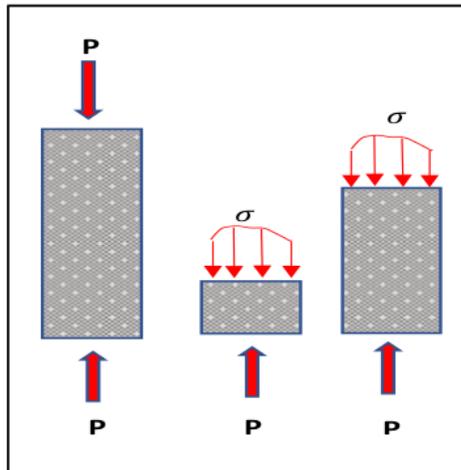


Figura 8: Ejemplo de esfuerzo a compresión.

Esfuerzo a flexión

Una estructura que está sometido a esfuerzo a flexión cuando este elemento estructural es provocado por fuerzas a lo largo del claro de un espécimen en específico haciendo que este se doble (Lugo y Torres,2019, p.21)

Este método es útil para hacer ensayos a flexión en vigas prismáticas, que consta en aplicar una fuerza en el tercio medio de la viga que este puesto en dos apoyos, así como indica a figura 9, este procedimiento este respaldado pajo la norma ASTM C78.

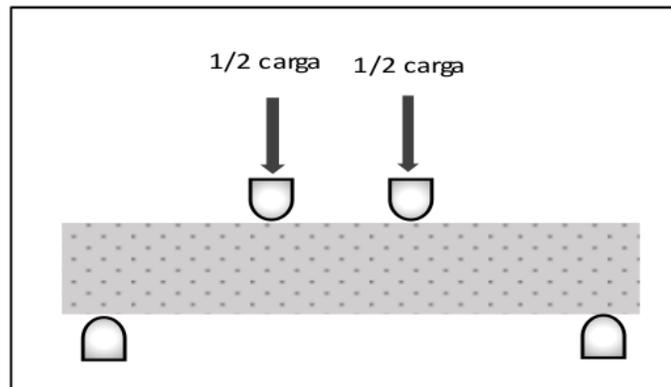


Figura 9: Ejemplo de ensayo a flexión.

Ley de Hooke

Habla acerca de la deformación de un material elástico esto esta relación del esfuerzo aplicado (Lugo y Torres,2019, p.24).

$$\sigma = E\varepsilon$$

Donde:

σ : Esfuerzo axial

ϵ : Deformación

E: Módulo de elasticidad

33

Limite elástico

También conocido como límite de elasticidad, donde la tensión máxima que soporta un material elástico sin presencia a deformaciones elásticas (Lugo y Torres,2019, p.25).

Un material sometido a un esfuerzo que provoca la deformación elástica hasta un cierto punto de soporte de material, pasado ese límite tiende a deformarse permanente, y llega hasta un punto de ruptura en la figura 10 se aprecia este ejemplo.

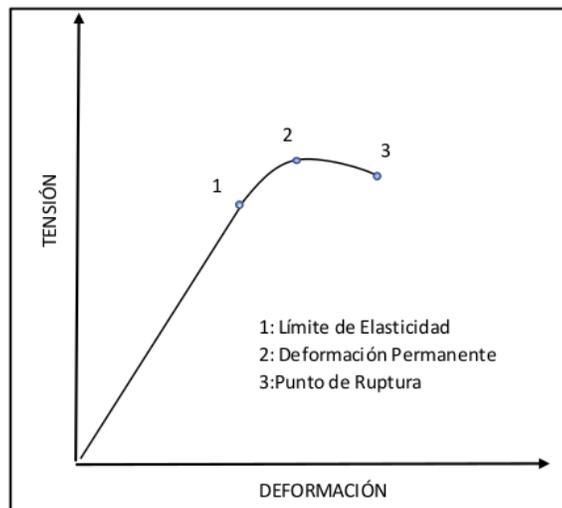


Figura 10: Limite elástico.

Elasticidad de los materiales

Hace referencia entre la relación del esfuerzo al que está sometido un elemento o y su deformación unitaria, este se denomina ley de Hooke (Lugo y torres,2019, p.25).

53

El módulo de elasticidad del concreto representa la rigidez de este frente a una carga impuesta (Lugo y Torres ,2019, p.26).

El ensayo con el que se determina este módulo de elasticidad estática bajo la norma ASTM c469, tiene como principio aplicar una carga y este reaccionaria con deformación correspondientes, así como se muestra en la figura 11.

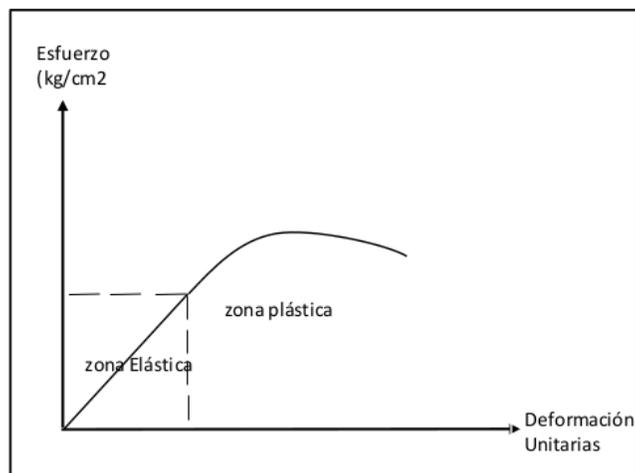


Figura 11: Gráfica de esfuerzo y deformación.

Estudio del suelo

12

Para fines de ingeniería, el suelo se define como el agregado no cementado de granos minerales y materia orgánica descompuesta (partículas sólidas) con líquido y gas en los espacios vacíos entre las partículas sólidas. El suelo se utiliza como material de construcción en diferentes proyectos de ingeniería civil y con cimientos estructurales.

Es así que, los ingenieros civiles deben investigar las propiedades del suelo, tales como el origen, la disposición de tamaño de grano, la capacidad de drenar el agua, compresión, resistencia al corte y la capacidad de soporte de carga. (Braja, 2015, p.20).

Exploración

Es tan importante porque nos ayuda a determinar las características del suelo, así mismo esta investigación de campo se debe incluir ejecución de calicatas con el fin de obtener las muestras de los diferentes estratos. Con estas muestras se realizarán los ensayos en laboratorio (MTC,2013, p.30).

Se debe tener en cuenta el índice medio diario de vehículos que pasan por día en la calzada, con el fin de hacer el numero de calicatas considerando el tipo de carreta tal como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2: Numero de calicatas y exploración de suelos.

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000- 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	4 calicatas x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día de una calzada de dos carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	3 calicatas x km	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	

4 Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	· 1 calicata x km	
--	--	-------------------	--

Fuente: ¹ Ministerio de transporte y comunicaciones.

Clasificación de suelos

Los suelos pueden ser ordenados en grupos y subgrupos según sus características en función de sus propiedades mecánicas y su comportamiento en el área de la ingeniería. Los métodos de organizar nos facilitan las propiedades principales de los suelos que son de diferentes variedades, si una presentación minuciosa. En el presente existen dos formulados métodos de clasificación que utilizan la distribución granulométrica y la plasticidad de los suelos que son frecuentemente empleados para estudios ingenieriles. Se trata del Asociación American de Oficiales de Carretera del Estado (AASHTO) y el Sistema de Clasificación de Suelos SUCS (Braja, 2015).

Este método consiste en analizar la muestra extraída en campo, luego obtener datos numéricos y porcentajes. Donde los resultados nos ayudan a identificar qué tipo de suelo se tiene según la clasificación de suelos como muestra la tabla 3.

Tabla 3: Clasificación de suelos AASHTO.

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa el tamiz #200)							Materiales limoarcillosos (más de 35% pasa el tamiz #200)			
	A-1		A-3 ^A	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Tamizado, % que pasa											
No. 10 (2.00mm)	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 40 (425µm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 200 (75µm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Consistencia											
Límite líquido	...	...	...	B				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.	N.P.	...	B				10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín. ^B
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limoarcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación	Excelente a bueno							Regular a malo			

^A La colocación de A3 antes de A2 en el proceso de eliminación de izquierda a derecha no necesariamente indica superioridad de A3 sobre A2.

^B El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor que LL-30. El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL-30.

Fuente: Clasificación AASHTO.

También se tiene en cuenta la clasificación SUCS, este método nos permite describir e identificar la textura y el tamaño de las partículas. Así también nos ayuda a conocer el índice de plasticidad de la muestra ensayada, así como se aprecia en la tabla 4 y figura 7.

Tabla 4: Sistema unificado de clasificación de suelos SUCS.

GRUPOS		SIMBOLO DE GRUPO	NOMBRE DE GRUPO	CRITERIOS DE CLASIFICACION	
SUELOS DE GRANO GRUESO (más del 50 % es retenido en el tamiz No 200) > 50% Ret. Nº 200	GRAVAS (más de la mitad de la fracción gruesa es mayor que el tamiz No 4)	Gravas Limpias (menos de 5% de finos)	GW Grava bien gradada	solo Granulometría	Cu > 4 y 1 < Cc < 3
			GP Grava pobremente gradada		Cu < 4 y/ó 1 > Cc > 3
		Gravas con finos (más de 12% de finos)	GM Grava limosa	Los finos se ubican en la zona de LIMOS (ML) en la Carta de Plasticidad de Casagrande	
			GC Grava arcillosa	Los finos se ubican en la zona de ARCILLA (CL) en la Carta de Plasticidad de Casagrande	
		Gravas con 5 a 12% de finos (símbolo dual)	GC-GM Grava limosa arcillosa	Símbolo dual: Finos se ubican en la zona de signo doble (CL-ML) de la carta de plasticidad de Casagrande.	
			GW-GM Grava bien gradada con limo	Granulometría(Cc, Cu) y plasticidad (Carta de Plasticidad) Símbolo dual	
	GW-GC Grava bien gradada con arcilla				
	GP-GM Grava pobremente gradada con limo				
	GP-GC Grava pobremente gradada con arcilla				
	ARENAS (más de la mitad de la fracción gruesa es menor que el tamiz No 4)	Arenas Limpias (poco o ningún fino)	SW Arena bien gradada	solo Granulometría	Cu > 6 y 1 < Cc < 3
			SP Arena pobremente gradada		Cu < 6 y/ó 1 > Cc > 3
		Arenas con finos (más de 12% de finos)	SM Arena limosa	Los finos se ubican en la zona de LIMOS (ML) en la Carta de Plasticidad de Casagrande	
			SC Arena arcillosa	Los finos se ubican en la zona de ARCILLA (CL) en la Carta de Plasticidad de Casagrande	
		Arenas con 5 a 12% de finos (símbolo dual)	SC-SM Arena limosa arcillosa	Símbolo dual: Finos se ubican en la zona de signo doble (CL-ML) de la carta de plasticidad de Casagrande.	
SW-SM Arena bien gradada con limo			Granulometría(Cc, Cu) y plasticidad (Carta de Plasticidad) Símbolo dual		
SW-SC Arena bien gradada con arcilla					
SP-SM Arena pobremente gradada con limo					
SP-SC Arena pobremente gradada con arcilla					
SUELOS DE GRANO FINO (50 % ó más pasa el tamiz No 200) ≥50% Pasa Nº 200	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido < 50%	CL Arcilla de baja plasticidad	IP >7 y cae en ó sobre la línea A		
		ML Limo	IP < 4 ó cae bajo la línea A		
		CL-ML Arcilla limosa	4 ≤ IP ≤ 7, Símbolo dual: Finos se ubican en la zona de signo doble (CL-ML).		
		OL arcilla ó limo orgánico	Ubicar IP en Carta Plasticidad y verificar que : LL (secado al horno) / LL (sin secado al horno) < 0.75		
	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido ≥ 50%	CH Arcilla de alta plasticidad	IP cae en ó sobre la línea A		
		MH Limo elástico	IP cae bajo de la línea A		
		OH arcilla ó limo orgánico	Ubicar IP en Carta Plasticidad y verificar que : LL (secado al horno) / LL (sin secado al horno) < 0.75		
Suelos altamente orgánicos		Pt	Turba	Patrón principal de identificación: color oscuro a negro, olor orgánico, textura fibrosa a amorfa. No aplican ensayos	

Fuente: Sistema de clasificación SUCS.

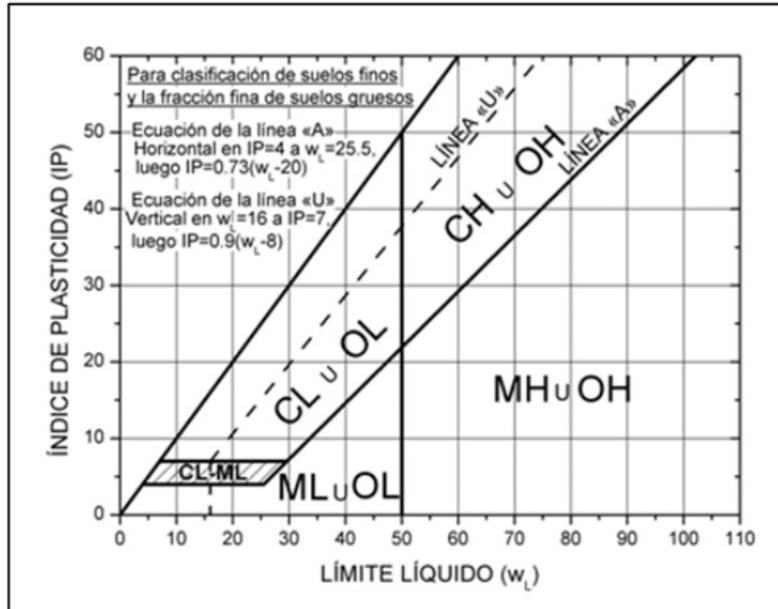


Figura 12: Índice de plasticidad SUCS.

Pavimento rígido

18

Constituidos por losas de concreto de cemento Portland. Como la losa es la que absorbe los esfuerzos transmitidos por las cargas, en diferentes ocasiones solo se necesita de una superficie homogénea que agrupe las condiciones de una sub-base. (Baldeon, 2017, p.7).

Capas del pavimento rígido

La subbase su principal función es evitar la acción del bombeo en las grietas, juntas y extremos del pavimento. Se extiende mediante bombeo a la fluencia de material fino con agua fuera de la estructura del pavimento, debido a la infiltración de agua por las juntas de las losas.

14

La subrasante es el estrato superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportara la estructura del pavimento, con diferentes estratos de suelos compactadas por capas para constituir un cuerpo estable en perfecto estado, de tal manera que no sea perjudicada por la carga de diseño que proviene del tránsito.

7

En tanto que los Pavimentos Rígidos: Que están constituidos por una losa de concreto Portland sobre una base, o directamente sobre la sub- rasante. Transmitiendo los esfuerzos al suelo en un formato disminuido, En relación a lo mencionado previamente; se puede distinguir que, en el pavimento rígido, el concreto absorbe gran parte de los esfuerzos que las ruedas de los vehículos ejercen sobre el pavimento.

43

Las funciones de la losa en el pavimento rígido es la de soportar y transmitir en nivel adecuado los esfuerzos que le apliquen, así como se aprecia en la figura 13. Debe ser resistente a la erosión producida por el tráfico y a la agresión del medio ambiente, además, preserva la estructura, impermeabilizando la superficie

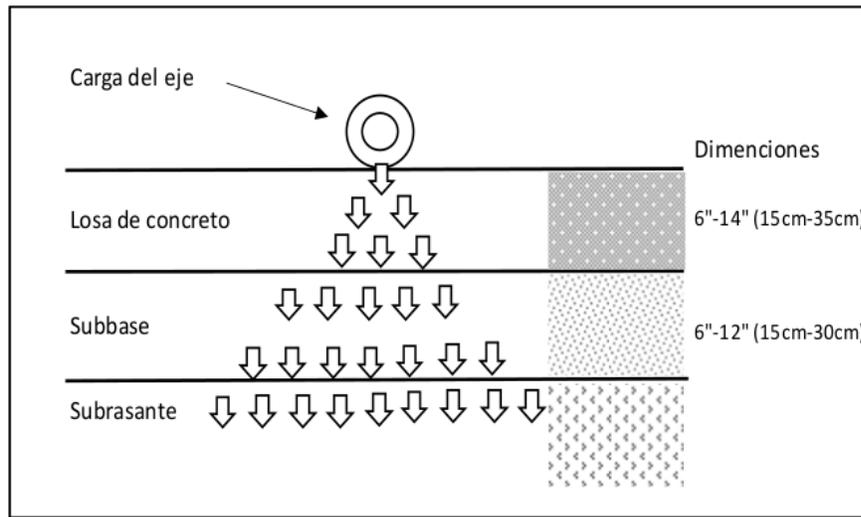


Figura 13: Capas de un Pavimento rígido.

10

A continuación, se mostrarán los tipos de pavimentos rígidos

- Losas de Concreto Simple (JPCP)

Pavimentos contruidos con concreto simple y con juntas de contracción espaciadas de manera continua (5 a 10 metros). Losas de Concreto Reforzado (JRCP)

Las losas son reforzadas con barras de acero, a pesar de que incrementa la capacidad portante de la losa, aumenta el espaciamiento de las juntas de 10 m a 30 m.

Estos pavimentos muestran unas juntas fon el fin de contrarrestar la dilatación del elemento estructural, en la figura 14 se aprecia estas juntas que por lo general son de Tecnopor y en su mayoría de asfalto.

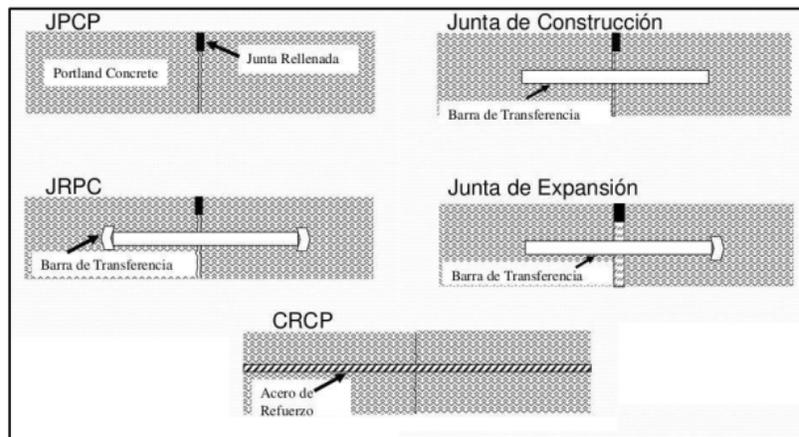


Figura 14: Juntas en pavimentos rígidos.

Materiales en el concreto Hidráulico

8

Cemento

Se precisa como cemento a los materiales pulverizados que poseen la propiedad que, por adición de una cantidad conveniente de agua, forman una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como el aire y formar compuestos estables. El cemento portland es el producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la agregación eventual de sulfato de calcio. Se acepta la adición de otros productos siempre que no sobrepase el 1% en peso del total y que la Norma respectiva establezca que su inclusión no altera las características del cemento adquirido. Los productos agregados deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker.

El cemento usado en la elaboración del concreto debe obedecer con las condiciones de las siguientes normas.

-Los cementos Portland normal tipo I, II y V respectivamente con las Normas ITINTEC 334.038, ó 334.040; o con las Normas ASTM C 150.

-Los cementos Portland puzolánicos Tipo 1P y 1PM deberán cumplir con los requisitos de la norma ITINTEC 334.044, o con la Norma ASTM C 595.

1

Se muestra en la tabla 2 las propiedades físicas del cemento con requisito según a la norma NTP 334.09. esto esté ligado a que el concreto cemento debe de estar

52 certificado por la asociación de productores de cemento (ASOCEM) que garantiza su efectividad y performance del cemento.

Tabla 4: *Propiedades físicas del cemento.*

20 Propiedades físicas			Requisito NTP 334.09
Contenido de aire	%	4	Máximo 12
Expansión de autoclave	%	0.07	Máximo 0.8
Superficie Especifica	Cm ² /g	56.4	No específica
Densidad	g/ml	2.29	No específica

Fuente: Propiedades físicas del cemento.

En la tabla número 5 se muestra la composición química del cemento, este requisito debe cumplir en todos los cinco tipos de cementos y las características físicas y químicas establecido la tabla 1 y 2 de la norma NTP 334.09.

Tabla 5: *Propiedades químicas del cemento*

20 Composición Química			Requisito NTP 334.09
MgO	%	2.2	Máximo 6.0
SO ₃	%	2.4	Máximo 4.0

Fuente: Propiedades químicas del cemento.

13 Tipos de cemento

Cemento tipo I: Cemento de uso general

Cemento tipo II: De 21 moderada resistencia a sulfatos

Cemento tipo III: De alta resistencia inicial

Cemento tipo IV: De bajo calor de hidratación

Cemento tipo V: De alta resistencia a sulfatos

23

De estos cinco tipos en el Perú solo se fabrican los Tipos I, II y V.

Agregado grueso

Son los materiales principales para una mezcla de concreto usado en proporción de 60% del volumen, llamados piedra chancada o zarandeada semi angulares seleccionado por diferentes tamices.

Agregado fino

9 Es la desintegración natural de las rocas ígneas que al acumularse forma un gran volumen de agregados finos.

2

Agua

2 El agua utilizada en la preparación de la mezcla del concreto y para el curado deberá cumplir los requisitos de la norma ITINTEC 343.008 y recomendado que sea agua potable ya que también el pH de agua como muestra la tabla 6 es fundamental para uso en la construcción

2
Tabla 6: Límites permisibles máximo del agua

Descripción	Límite permisible
Sólidos en suspensión	5000 p.p.m. Máximo
Materia orgánica	3 p.p.m. Máximo
Alcalinidad (NaHCO ₃)	1000 p.p.m. Máximo
Sulfato (Ion SO ₄)	600 p.p.m. Máximo
Cloruro (Ion Cl)	1000 p.p.m. Máximo
pH	5 a 6

Fuente. Límites permisibles máximo del agua

Concreto

41

Mezcla de ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que en un comienzo indica una masa plástica, moldeable y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con características de aislantes y resistentes, lo que lo hace una materia óptima para la construcción (Valero,2015, p.25).

Componentes del concreto.

Compuesto con por cemento, agua, agregado fino y agregado grueso, cada componente ocupa un espacio representado por un porcentaje. y se ve en dos tipos con aire incluido y sin aire incluido, así como en la figura 15 se aprecia.

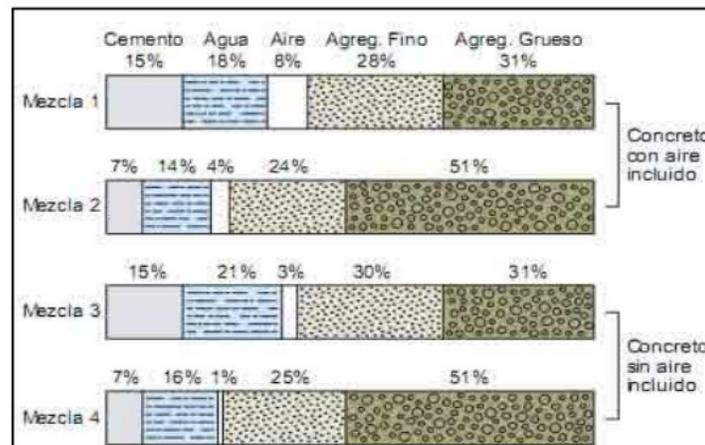


Figura 15: Componentes del concreto.

Resistencia a la compresión

ASTM C-78

Esta norma de ensayo trata de regularizar los métodos constructivos en este caso del concreto y cubre la determinación de la resistencia a flexión de ejemplares prismáticos de concreto tales como vigas moldeados.

A causa de que los pavimentos de concreto trabajan especialmente a flexión se aconseja realizar este ensayo, que resulta en módulo de ruptura (MR) normalmente especificada a los 28 días. Y los valores para su módulo de ruptura van desde 41

Kg/cm² (583 psi) hasta los 50 Kg/cm² (711 psi) a los 28 días dependiendo del uso a los cuales se tengan que realizar.

Tabla 7: *Módulo de Ruptura Recomendado por ASTM*

Tipos de Pavimento ¹⁷	Módulo de Ruptura (MR) Recomendado	
	Kg/cm ²	psi
Autopista	48	682.7
Carreteras	48	682.7
Zonas Industriales	45	640.1
Urbanas Principales	45	640.1
Urbanas Secundarias	42	597.4

Fuente: Módulo de Ruptura Recomendado ASTM.

III.METODOLOGÍA

48

3.1. Tipo y diseño de investigación

La metodología aplicada sobre la investigación trata sobre cuestiones específica utilizando procedimientos estandarizados y aceptadas por una comunidad científica recolectando y analizando datos, como es el caso de la ingeniería que se emplea el método cuantitativo, así como manifiesta (Hernández, 2018) “La ruta cuantitativa es apropiada cuando queremos estimar las magnitudes u ocurrencia de los fenómenos y probar hipótesis” (p.6).

3.2. Variables y Operacionalización

Puede ser definido tomando en cuenta sus características o sus propiedades distintivas, contenido, estructura en funciones o relaciones. Sus acciones que se realizan son importante y fundamental puesto que indican las acciones que se deben realizar para su contrastación y se denomina categoría en investigaciones cualitativas (Nuñez,2007, p.167).

Variable independiente-Adición del tereftalato.

Variable Dependiente-Diseño de pavimento rígido

Operacionalización

El que operacionaliza las variables es el autor, con el fin de expresar acciones al momento de realizar, de modo que descompone en forma deductiva aspectos e indicadores que constituyen las variables (Nuñez,2007, p.173).

3.3. Población

Es la totalidad de elementos o individuos que tienen ciertas características similares y sobre las cuales se desea hacer inferencia. (Bernal, 2010, p.160)

Es por ello que se considera en la investigación una población indeterminada debido a que es el concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de tereftalato en 10%,20% y 30% así como la tabla 8 muestra las probetas y la tabla 8 las vigas.

Tabla 8: Población y muestras de probetas.

Indicador	% Agregado de terftalato	7 días	14 días	28 días	Parcial	Total
Concreto con adición de terftalato	30%	3	3	3	9	36
	20%	3	3	3	9	
	10%	3	3	3	9	
Mezcla patrón	-	3	3	3	9	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9: Población y muestras de vigas.

Indicador	% Agregado de terftalato	7 días	14 días	28 días	Parcial	Total
Concreto con adición de terftalato	30%	3	3	3	9	36
	20%	3	3	3	9	
	10%	3	3	3	9	
Mezcla patrón	-	3	3	3	9	

Fuente: Elaboración propia.

La figura 16 muestra el tramo de la avenida Andrés Avelino Cáceres Zona f Huaycán Ate la distancia de 400 m aproximadamente donde se realizará este proyecto.

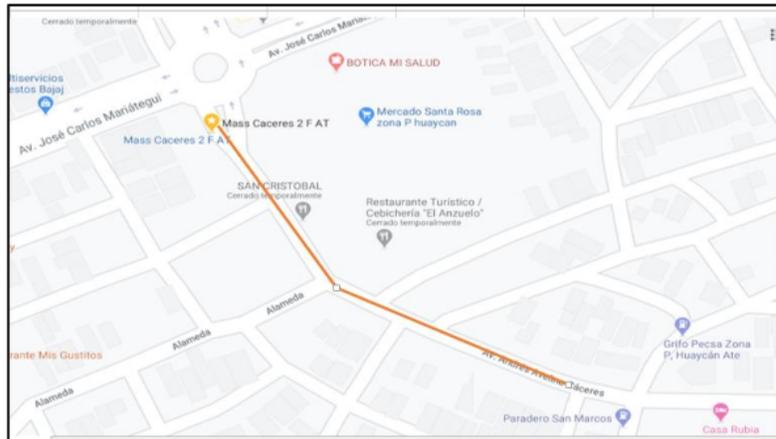


Figura 16: Tramo de la Avenida Andrés Avelino Cáceres Google Maps.

Muestra

Para Hernández la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población (2014, p.173).

En la presente investigación se tomará por muestra 3 testigos (probetas) de concreto con tereftalato y la muestra patrón que es el concreto convencional con diferentes periodos a romper en 7,14 y 28 días.

En la presente investigación se tomará por muestras 3 vigas de concreto con tereftalato y la muestra patrón que es el concreto convencional con diferentes periodos a romper 7,14 y 28 días.

Muestreo

En esta investigación usaremos el tipo de muestreo no probabilístico intencional, porque en base al criterio del investigador se escogen las muestras. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.189). Las muestras no probabilísticas,

también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección orientado por las características de la investigación, más que por un criterio estadístico de generalización.

Para el análisis de nuestro muestreo se toma una muestra representativa, con el nivel de confianza de un 95% y un 5% de significancia. También se empleará el estadístico T de student debido a que nuestras muestras son menores a 30 unidades.

24

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Según Arias, define que “la técnica de investigación es el procedimiento o forma particular de obtener datos o información. Las técnicas son particulares y específicas de una disciplina, por lo que sirve de complemento de investigación con propósitos específicos y esenciales” (2012, p. 67).

Tenga en cuenta que:

- El investigador debe buscar el instrumento en internet, instituciones de investigación y otros.
- Segundo en caso de haberlo encontrado, procederá a evaluarlo para determinar su validez y confiabilidad.
- Tercero, en caso de que no haya encontrado en alguna parte, recién procederá a construirlo en base a los indicadores de la variable que pretende medir.
- Cuarto, en caso de que haya construido un instrumento, tiene la responsabilidad de lograr su validez y confiabilidad.

1

Para el presente proyecto de investigación se tomará en cuenta las siguientes técnicas:

Revisión de Documentos: Se utilizará esta técnica para revisar normas, manuales, libros, tesis, monografías, entre otros, referido al tema a investigar

¹ para establecer los procedimientos a seguir y definir un diseño y la dimensión que se utilizaran en los ensayos para obtener resultados aceptables.

Observación directa: Esta técnica nos permitirá recopilar datos que se registrarán en el laboratorio para nuestros ensayos que se tendrán que realizar para evaluar el comportamiento mecánico – dinámico de la viguetas y testigos a base de plástico reciclado con el cual se busca reducir los costos y alcanzar la resistencia requerida de $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

⁵ Instrumentos de recolección de datos

Para mi recolección de datos en laboratorio se emplearon los siguientes formatos de acuerdo a la NTP, ASTM, y ACI 211.

Formato para la granulometría del agregado fino y grueso según la norma A.S.T.M. C-136 (TNP 400.012).

Este formato de la tabla 9 nos ayudará a conocer ⁵⁰ el módulo de fineza de los agregados finos que usaremos para elaborar concreto, así mismo el formato de la tabla 10 nos permitirá saber si cumple el requisito de los porcentajes que pasan en la curva granulométrica nos ayudara a identificar y corregir nuestros agregados.

Tabla 10: *Formato de granulometría para los agregados finos.*

Tamiz N°	Peso del tamiz (gr)	Abertura (mm)	Peso del tamiz más agregado fino (gr)	Peso del agregado fino (gr)	% retenido	% acumulado	% que pasa	Requisito de %
3/8		9.500						
4		4.750						
8		2.360						
16		1.180						
30		0.600						
50		0.300						
100		0.150						
200		0.075						
Fondo								
Total								

Fuente: Elaboración propia.

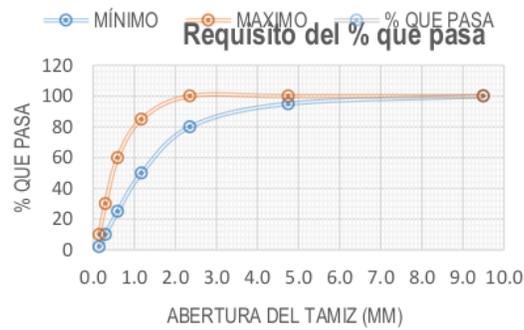


Figura 17: Curva granulométrica.

Formato de contenido de humedad y absorción apreciado en la tabla 11 para el agregado fino, grueso y tereftalato. Así como indica la norma A.S.T.M. D 2216 (TNP 339.185).

Tabla 11: Formato para el contenido de humedad.

1 Contenido de humedad	
Peso de la tara (gr)	
Peso de la tara y muestra húmeda (gr)	
Peso de la tara y muestra seca (gr)	
Peso del agua (gr)	
Contenido de humedad (%)	

Fuente: Elaboración propia.

12 Formato para la densidad suelta y compactada del agregado fino y grueso tal como indica la norma A.S.T.M. C 128 (TNP 400.017) 47 como se ve en la tabla 12.

Tabla 12: Formatos densidad suelta y compactada de los agregados.

VOLUMEN DEL MOLDE				
MUESTRA	N°1	N°2	N°3	PROMEDIO
13 Diametro interior del molde (cm)				
Altura interior del molde (cm)				
Volumen del molde (cm3)				
DENSIDAD SUELTA DEL AGREGADO FINO				
MUESTRA	N°1	N°2	N°3	PROMEDIO
30 Peso del molde (g)				
Peso del molde y agregado fino (g)				
Peso del agregado fino (g)				
Densidad suelta (g/cm3)				
DENSIDAD COMPACTADA DEL AGREGADO GREUSO				
MUESTRA	N°1	N°2	N°3	PROMEDIO
30 Peso del molde (g)				
Peso del molde y agregado fino (g)				
Peso del agregado fino (g)				
Densidad suelta (g/cm3)				

Fuente: Elaboración propia.

Formato para para calcular el peso específico y absorción del agregado fino, grueso y tereftalato. Así como indica la norma A.S.T.M. C 128 (TNP 400.017) como muestra la tabla 13.

Tabla13: Formato para el peso específico y absorción.

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN		
MUESTRA		1
5 A	PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AIRE) (g)	
B	PESO FIOLA+ AGUA	
C 5	PESO FIOLA+MUESTRAS.S.S+AGUA	
D=(A+B)-C	VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIOS (BRUTO)	
E	PESO DEL MATERIAL SECO EN EL HORNO	
F=D-(A-E)	VOLUMEN DE MASA (NETO)	
D/C	PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) (g./cc)	
A/C	PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) (g./cc)	
D/E	PESO ESPECIFICO APARENTE (BASE SECA) (g./cc)	
((A-E)/E).100	% DE ABSORCION	

Fuente: Elaboración propia.

3.5.Procedimientos

La siguiente figura 18 aplica un procedimiento constructivo en la elaboración del concreto tradicional, así mismo para la elaboración del concreto con adición de tereftalato. Así también esta expresado las actividades de todo el proceso.

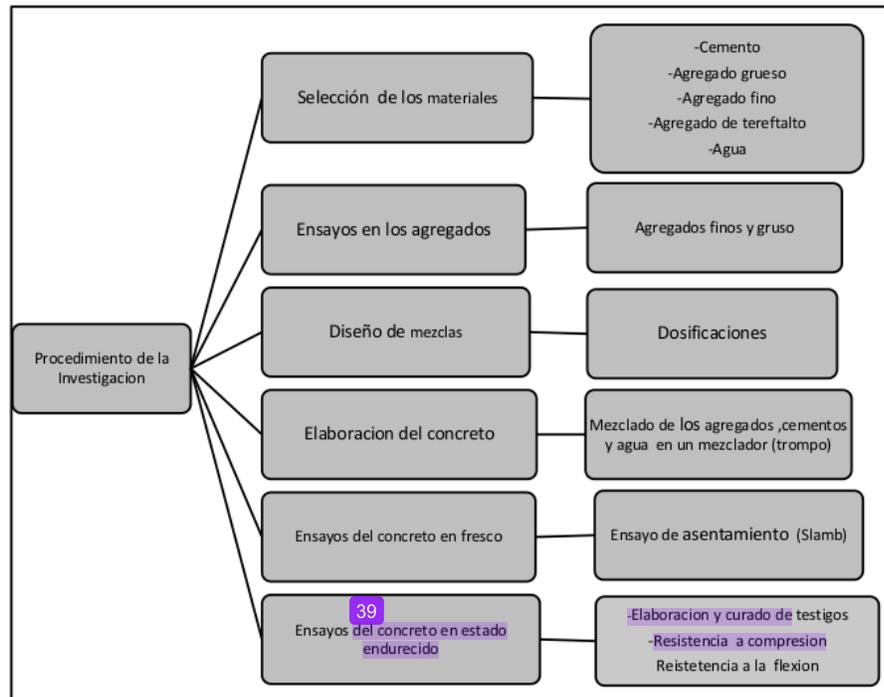


Figura 18: Representación esquemática del procedimiento de la investigación.

3.6. Método de análisis de datos

El análisis de datos logrado en un enfoque cuantitativo, presentan el nivel de análisis explicativo ligado a la hipótesis, habiendo este último el más indicado para la actual investigación. Los datos se estudiarán ligado a la hipótesis, la obtención de los datos estará mediante instrumentos confiables y viables, que serán tabulados y sistematizados en tablas y gráficos usando la herramienta Microsoft Excel, hacia su posterior evaluación y contrastación con la hipótesis en estudio.

Método

El método experimental consiste en organizar algún hecho de acuerdo a un rol de pan para después aplicarlo intencionalmente, a uno o más grupos con el fin de observar sus efectos (Cordova, 2019, p.80).

Tipo de investigación

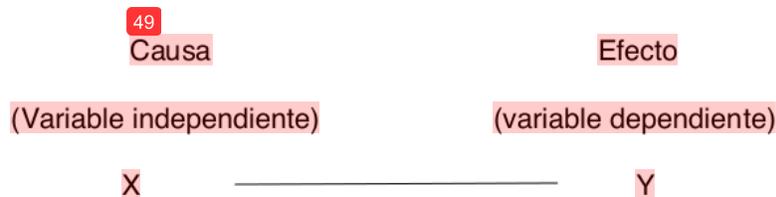
La investigación cuantitativa plantea que una forma confiable para saber su realidad se basa en la recolección y análisis de datos, con el cual se contestaría las preguntas de investigación y probar hipótesis. Este tipo de investigación se respalda en la medición numérica, el conteo y usa como herramienta básica las estadísticas para conocer con exactitud el comportamiento de la población (Borja,2012, p.11).

Nivel de investigación

Se emplea el nivel explicativo por que se encarga de encontrar el por qué d ellos hechos mediante del establecimiento de relaciones causa y efecto. En este punto los estudios explicativos pueden determinar la causa como de los efetos mediante la prueba de hipótesis (Arias,2012, p.26)

Diseño de investigación

El diseño experimental tiene como principal razón saber los efectos producidos por la manipulación intencional de una o más variables independientes, produciendo cambios y así analizar sobre las variables dependientes (supuestos efectos. consecuentes) basado a un grupo control (Hernandez,2014, p.121).



3.7.Aspectos éticos

Para la recolección de información, datos y otros se recurrió al manual ISO 690 para que los contenidos de referencias bibliográficas estén respaldados con el derecho de autor.

¹ IV. RESULTADOS

Los ensayos fueron realizados teniendo en cuenta la norma NTP 339.034, ASTM C-29 y ACI 211.

La empresa WRC Ingeniería & Geotecnia S.A.C brinda los servicios de laboratorio y certificación de sus ensayos en Lima: Ca. Las Magnolias MZ H1 Lt.3. Distrito San Martín. Así mismo nos validó la certificación de sus máquinas y equipos en laboratorio con la calibración precisa y buen funcionamiento.

Los ensayos que se realizaron en laboratorio fueron:

- Ensayo a compresión
- Ensayo a flexión

Para el ensayo a compresión se usó probetas cilíndricas de concreto con dimensiones de 6"x12" donde debe alcanzar una resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ como mínimo, en donde adicionamos tereftalato reciclado como agregado fino que se reemplazó en 10%,20% y 30% respecto al peso de la arena.

Para el ensayo a flexión se usó vigas prismáticas de concreto con dimensiones de 6"x6"x21" para alcanzar una resistencia máxima expresada en $MR=45 \text{ kg/cm}^2$ o en donde agregamos tereftalato reciclado como agregado fino que se reemplazó en 10%,20% y 30% respecto a la arena.

¹ Diseño de mezcla

Para el diseño del concreto se utilizó el método ACI 211, cuya resistencia de diseño elegido es de 210 Kg/cm² para ello se procedió conforme a lo estipulado en la dicha norma, de igual manera para los ensayos de los agregados se procedió de acuerdo a las especificaciones de la NTP 400.037.

Para el ensayo de granulometría del tereftalato se usó la norma ASTM C-136 y NTP 400.012 para obtener el módulo de finura y precisar que no pase el máximo permisible a 3.5, los detalles de este resultado se aprecian en el anexo 36. También se hizo el ensayo del peso específico y la absorción bajo la norma ASTM C-128 y NTP 400.017 donde se determinó que el tereftalato tiene un alto porcentaje de absorción de 4.12 % detallado en el anexo 41, este dato nos ayudó para realizar una corrección por humedad en el diseño de concreto con adición de tereftalato reciclado. Así mismo se determinó el contenido de humedad del tereftalato usando la norma ASTM D2216 y NTP 339.185 donde resultó 0.1% especificado en el anexo 39 lo que indica que este producto no contiene humedad.

Para el cálculo del porcentaje de absorción del tereftalato:

$$\%A_{bs} = \left(\frac{A - E}{E} \right) * 100$$

$$\%A_{bs} = \left(\frac{101 - 97}{97} \right) * 100 = 4.12\%$$

Donde:

%A_{bs}=Porcentaje de absorción del material

A: Peso material saturado seco en aire

E: Peso del material seco en horno

Para el cálculo del porcentaje de contenido del tereftalato:

$$\% Ch = \frac{p_a \times 100}{P_{m+t} - p_t}$$

$$\% Ch = \frac{1 \times 100}{1050 - 450} = 0.1 \%$$

Donde:

³⁸
% C_h: Porcentaje de contenido de humedad del tereftalato

P_{m+t}: Peso de la muestra más tara

P_t: Peso de la tara

Dosificación de materiales

Teniendo en cuenta el método del comité ACI 211 se diseñó el concreto patrón con ³⁶ resistencia a la compresión de 210 kg/cm² con los datos obtenidos de los ensayos realizados a los materiales apreciados en la tabla 14 y con más detalle en el anexo 42. Así mismo indicar que los agregados ensayados son de la cantera trapiche en Comas.

Tabla 14: Datos de los ensayos para el diseño de concreto.

ENSAYOS FÍSICOS	AGRE. GRUESO	AGRE. FINO
1 AM. MAX. NOMINAL	3/4"	-
MÓDULO DE FINEZA		3.00
PESO UNITARIO SUELTO (KG/M3)	1,577	1,401
PESO UNITARIO COMPACTADO (KG/M3)	1,710	1,651
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (GR/CC)	2.70	2.65
% DE ABSORCIÓN	0.42	2.90
% HUMEDAD	0.30	1.40
PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO	3.15	
CEMENTO ANDINO	TIPO (I)	

Fuente: Elaboración propia.

Para un concreto normal se tiene la proporción de diseño como se observa en la tabla 15, en donde se aprecia la dosificación de ²³ agregados para un metro cubico de concreto resultando 367 kg de cemento, 855 kg de arena ,906 kg de piedra y 205 litros de agua.

Con este diseño se obtuvo 8.6 bolsas de cemento de (42.5 kg) y el cemento usado es cemento andino tipo 1, relación a/c=0.56 y slump de 3 pulgadas.

Tabla 15: Dosificación del concreto patrón por m³.

PROPORCIÓN DE DISEÑO	Cemento kg	⁶ Agregado Fino kg	Agregado Grueso kg	Agua lt
	367	855	906	205

Fuente: Elaboración propia.

Dosificación para 10% de tereftalato.

Previo análisis se calculó la corrección del exceso de agua considerando la humedad y absorción del tereftalato. Se procede a operar el 10% el peso húmedo de la arena 867 kg dando como resultado 87 kg de tereftalato, con este resultado se calcula.

$$E_a = teref \times \left(\frac{\%H}{100} - \frac{\%Abs}{100} \right) = -3$$

Ea: Exceso de agua

Teref: tereftalato

%H: Porcentaje de humedad

%Abs: Porcentaje de absorción

A: Agua Adicional

A_d: Agua de diseño húmedo

$$A = A_d - E_a = 222$$

En la tabla 16 se aprecia la dosificación del concreto por m³ adicionando 10% de tereftalato reciclado, esta mezcla tiene un asentamiento del concreto 2.3 pulgadas de promedio.

Tabla 16: *Dosificación con el 10 % de tereftalato.*

PROPORCIÓN DE DISEÑO	6 Cemento kg	Agregado Fino kg	Agregado Grueso kg	Agua lt	Tereftalato kg
	367	780	909	222	87

Fuente: Elaboración propia.

Dosificación para 20%de tereftalato.

Previo análisis se calculó la corrección del exceso de agua considerando la humedad y absorción del tereftalato. Se procede a operar el 20% el peso húmedo de la arena 867 kg dando como resultado 173 kg de tereftalato, con este resultado se calcula.

$$E_a = teref \times \left(\frac{\%H}{100} - \frac{\%Abs}{100} \right) = -7$$

$$A = A_d - E_a = 226$$

En este cuadro de la tabla 17 se observa la dosificación del concreto adicionando 20% de tereftalato reciclado, este concreto resultó un asentamiento del concreto de 1.9 pulgadas de promedio.

Tabla 17: *Dosificación con el 20%.*

PROPORCIÓN DE DISEÑO	6 Cemento kg	Agregado Fino kg	Agregado Grueso kg	Agua lt	Tereftalato kg
	367	694	906	226	173

Fuente: Elaboración propia.

Dosificación para 30% del tereftalato.

Antes de analizar se calculó la corrección del exceso de agua considerando la humedad y absorción del tereftalato. Se procede a operar el 30% el peso húmedo de la arena 867 kg dando como resultado 260 kg de tereftalato, con este resultado se calcula.

$$E_a = teref \times \left(\frac{\%H}{100} - \frac{\%Abs}{100} \right) = -10$$

$$A = A_d - E_a = 229$$

En el cuadro de la tabla 18 aprecia la dosificación del concreto con 30%de tereftalato reciclado en remplazo del agregado fino respecto al peso, donde resultó un slump de ½" de promedio.

Tabla 18: *Dosificación con el 30 %.*

PROPORCIÓN DE DISEÑO	28 Cemento kg	Agregado Fino kg	Agregado Grueso kg	Agua lt	Tereftalato kg
	367	607	906	229	260

28

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Resultados de ensayos a compresión

Los resultados obtenidos en 7,14 y 28 días de curado normal concreto patrón, también 10%,20%y 30% de adición de tereftalato. Para este paso se consideró su máxima resistencia del concreto a los 28 días de curado de cada uno de los porcentajes, y el resultado con más detalle se aprecia en los anexos 123.

En la tabla 19 se aprecia el resumen de la máxima resistencia que llegó el concreto a los 28 días después de su curado normal, y una comparación con las otras resistencias adicionando plástico.

Tabla 19: Promedio de los resultados a compresión 28 días.

Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos ASTM c 39						
N.º de testigos	Identificación	Edad (días)	f'c (kg/cm ²)			f'c promedio(kg/cm ²)
3	Diseño patrón	28	336	333	329	333
3	10%	28	299	300	305	301
3	20%	28	295	294	298	296
3	30%	28	262	273	269	268

Fuente: Elaboración propia.

El resumen del gráfico de barras de la figura 19 se observa que el concreto con adición de plástico en diferentes proporciones se diferencia significativamente del concreto patrón a los 28 días bajo la norma ASTM C39 estos resultados se puede apreciar con más detalles en el anexo 123.

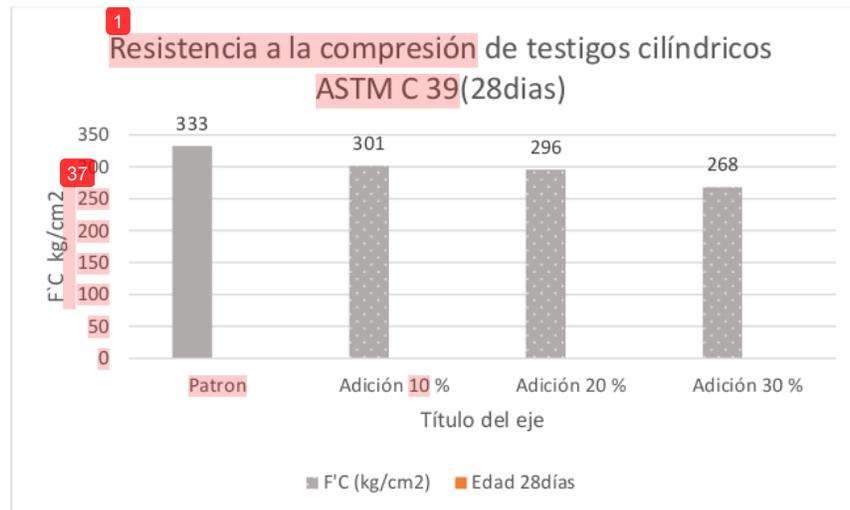


Figura 19: Gráfico de barras de los resultados a compresión.

Ensayos a flexión de vigas

Los resultados que se obtuvo en laboratorio está bajo la norma ASTM C78, estos ensayos se realizaron a los 7,14y 28 días de su curado normal. Se tomó en cuenta la máxima resistencia a los 28 días, en los anexos 49,50,51 y 52 se aprecia los detales correspondientes.

Se tomó en cuenta el área fracturada de la viga ya que depende de la fractura se toma en cuenta para evaluar, se usó la segunda formula porque las fallas de las vigas se apreciaron en el tercio medió de su claro.

$$R = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:

R= ³⁵ Modulo de ruptura

P=Carga máxima aplicada (kn,kg)

L=Longitud de separación de apoyos

b=Ancho promedio del espécimen

d=espesor promedio del espécimen

Cálculo de los promedios Viga patrón:

$$R = \frac{(32.17 \times 101.97) \times 45}{(15 \times 15^2)} = 43$$

Cálculo de los promedios Viga 10%:

$$R = \frac{(28.81 \times 101.97) \times 45}{(15 \times 15^2)} = 39$$

Cálculo de los promedios Viga 20%:

$$R = \frac{(27.7 \times 101.97) \times 45}{(15 \times 15^2)} = 38$$

Cálculo de los promedios Viga 30%:

$$R = \frac{(26.69 \times 101.97) \times 45}{(15 \times 15^2)} = 36$$

En el cuadro de resultados de la tabla 20 se observa la máxima resistencia del concreto a 28 días sometidos a dos cargas puntuales distantes a 15cm en el tercio medio de la viga bajo la norma ASTM C78. Según el área donde fallo se aplicó la segunda fórmula donde indica.

¹ Se muestra el resumen de los resultados de la viga.

Tabla 20: Lecturas promedio del ensayo a flexión de vigas.

Resistencia a flexión de vigas ASTM c78						
N.º de testigos	Identificación	Edad (días)	Mr (kg/cm ²)			Mr promedio (kg/cm ²)
3	Diseño patrón	28	45	43	42	43
3	10%	28	40	39	39	39
3	20%	28	38	39	37	38
3	30%	28	37	35	36	36

Fuente: Elaboración propia.

⁴² En el gráfico de barras de la figura 20 se observa las vigas de concreto sin adición y con adición de plástico en diferentes proporciones que se diferencia significativamente ¹ del concreto patrón a los 28 días, bajo la norma ASTM C39.

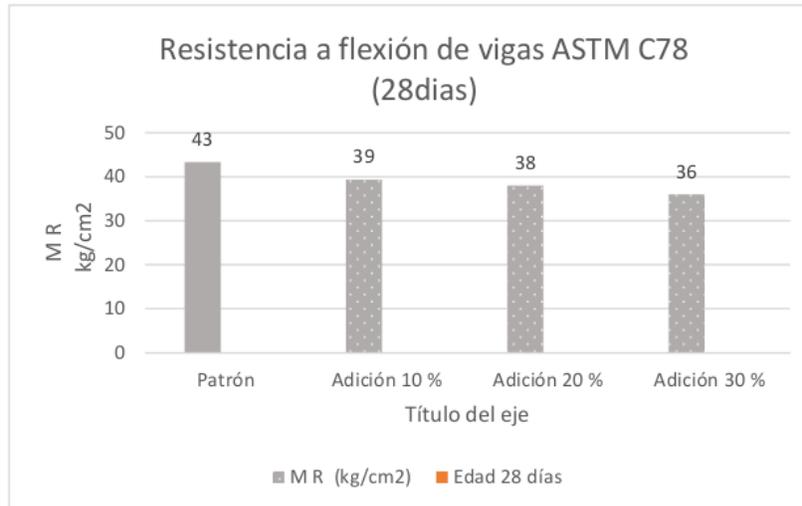


Figura 20: Grafico de barras de resultados a flexión.

Cada probeta y viga fue certificada por el laboratorio de la empresa WRC Ingeniería & Geotecnia S.A.C.

Contrastación de hipótesis

Prueba de hipótesis con el estadístico t de student Utilizando el P valor.

Teniendo en cuenta que el P valor refiere a la significancia.

Si P valor $>$ nivel de significancia \rightarrow se acepta la H_0

Si P valor $<$ nivel de significancia \rightarrow Se rechaza la H_0

En la siguiente prueba de hipótesis se tomó en cuenta un porcentaje óptimo, 10% de adición de tereftalato ya que se observó que los resultados obtenidos bajan la resistencia en cada uno de los porcentajes, las demás pruebas se aprecian con mas detalle en los anexos 63 y 64.

a) Se tiene los datos previos (Slump)

Para hacer la contrastación de hipótesis se usó el software minitab, así como también el Excel para la formulación de tablas.

Paso 1

Hipótesis de investigación 1.

“La adición del tereftalato mejora las propiedades físicas del concreto del diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020”

Para verificar su efectividad del tereftalato en el concreto se realizó tres medidas de asentamiento mediante el cono de Abrams, en la tabla 21 se pueden apreciar estas mediciones.

Tabla 21: *Medidas de slump del concreto con 10% de tereftalato.*

Identificación	Slump (pulg)			Slum promedio(pulg)
10%	2.0	2.6	2.3	2.3

Fuente: Elaboración hecho por el autor.

Paso 2

Se evaluó considerando un nivel de confianza de 95%, así también se considero un nivel de significancia de 5% y una media hipotética de 3 (pulgadas).

$$H_0: \mu \leq 3 \qquad H_1: \mu > 3$$

$$\text{Nivel de significancia} = 0.05$$

Paso 3

T de una muestra: Slump

Se tiene los datos estadísticos de la μ :media prueba de Slump

Estadísticas descriptivas				
N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
3	2.300	0.300	0.173	1.794

μ : media de Slump

Figura 21: Datos estadísticos en minitab.

Resultados de las estadística en minitab

Prueba	
Hipótesis nula	$H_0: \mu = 3$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu > 3$
Valor T	Valor p
-4.04	0.972

Figura 22: Datos de prueba de hipótesis.

Paso 4

Se ubica el límite en la distribución t calculado de una tabla de estadística, ver anexo 65.

$$gl : N - 1$$

$$gl = 3 - 1 = 2$$

$$\gamma = 1 - \alpha = 1 - 0.05 = 0.95$$

$$t_{.95} = 2.92$$

Donde:

gl: Grados de libertad

α : Nivel de significancia

γ : Nivel de confianza

$t_{.95}$: Distribución t de student (por tabla)

N: Número de muestras

Calculamos la desviación estándar

$$s = \frac{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2}}{N - 1}$$

$$s = \frac{\sqrt{\sum(2 - 2.3)^2 + (2.3 - 2.3)^2 + (2.6 - 2.3)^2}}{3 - 1} = 0.3$$

Estadístico t de prueba calculado:

$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{s}{\sqrt{N}}}$$

$$t = \frac{2.3 - 3}{\frac{0.3}{\sqrt{3}}} = -4.04$$

Donde :

X=resultados del ensayo

N:numero de muestras

T:valor t calculado

S:desviacion estandar

μ : media la muestra

\bar{x} : media hipotética

Paso5

Formulación de hipótesis:

H₀: La adición del tereftalato no mejora las propiedades físicas del concreto del diseño de pavimento rígido en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020.

H₁: La adición del tereftalato mejora las propiedades físicas del concreto del diseño de pavimento rígido en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020.

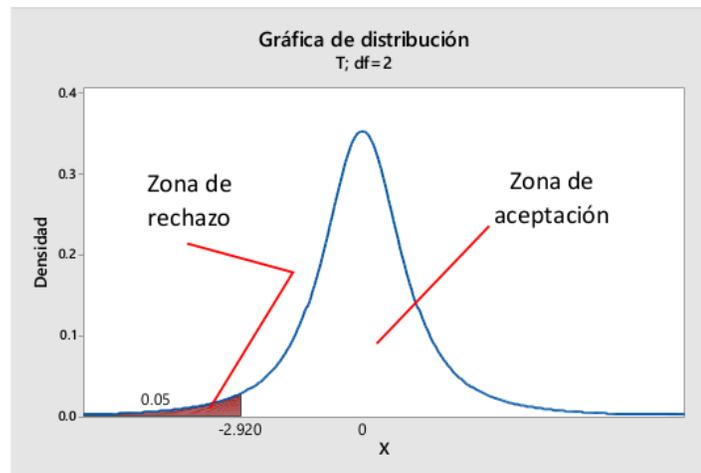


Figura 23: Curva de distribución normal en probetas.

Decisión y conclusión

Los valores de t: -4.04 respecto al slump calculado se encuentra en la zona de rechazo tal como se observa en la figura 23, lo que indica que se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula.

Con esto se concluye que adicionar tereftalato al 10 % en el concreto no mejora el slump, lo que indica que sus propiedades físicas son tiene efectos desfavorables.

a) Se tiene los datos previos (probetas y vigas)

Paso1

Hipótesis de investigación 2

“Con la adición del tereftalato incrementa las propiedades mecánicas del concreto para el diseño del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020”

Probetas: Para verificar su influencia en la resistencia a compresión del concreto adicionando 10% de tereftalato, en la tabla 22 se aprecia las lecturas obtenidas.

Tabla 22: Lecturas de resistencia a compleción de las probetas.

N.º de testigos	Identificación	Edad (días)	F'C (kg/cm ²)			F'C promedio(kg/cm ²)
			15	15	15	
3	Diseño patrón	28	336	333	329	333
3	10%	28	299	300	305	301

Fuente: Elaboración propia.

Paso 2

En esta oportunidad se estimó el nivel de confianza de 95%, así también un nivel de significancia de 5%.

$$H_0: \mu \leq 333 \text{ Kg/cm}^2$$

$$H_{2.1}: \mu > 333 \text{ Kg/cm}^2$$

Nivel de significancia = 0.05

Paso 3

T de una muestra: Resistencia a compresión

Se tiene los datos estadísticos de la μ :media resistencia a compresión

Estadísticas descriptivas				
N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
3	301.33	3.21	1.86	295.91

μ : media de resistencia a compresión

Figura 24: Datos estadísticos en minitab.

Prueba	
Hipótesis nula	$H_0: \mu = 333$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu > 333$
Valor T	Valor p
-17.06	0.998

Figura 25: Pruebas estadísticas en minitab.

Ubicación de límites en la distribución t calculado de una tabla de estadística

$$gl = 3 - 1 = 2$$

$$\gamma = 1 - \alpha = 1 - 0.05 = 0.95$$

$$t_{.95} = 2.92$$

Estadístico t de prueba calculado:

$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{s}{\sqrt{N}}} = -17.06$$

Desviación estándar calculado

$$s = \frac{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2}}{N - 1} = 3.21$$

Vigas: ¹ Para verificar su influencia en la resistencia a flexión del concreto adicionando 10% de tereftalato, ⁴⁴ en la tabla 23 se aprecia los datos obtenidos en laboratorio.

Tabla 23: Lecturas de resistencia a flexión de vigas.

N.º de testigos	Identificación	Edad (días)	MR (kg/cm ²)			M R promedio (kg/cm ²)
3	Diseño patrón	28	45	43	42	43
3	10%	28	40	39	39	39

Fuente: Elaboración propia del autor.

$$H_0: \mu \leq 43 \text{ Kg/cm}^2$$

$$H_{2.2}: \mu > 43 \text{ Kg/cm}^2$$

Nivel de significancia = 0.05

T de una muestra: Resistencia a compresión

Se tiene los datos de la μ : media resistencia a compresión

Estadísticas descriptivas				
N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
3	39.333	0.577	0.333	38.360

μ : media de resistencia a flexión

Figura 26: Datos estadísticos en minitab.

Prueba	
Hipótesis nula	$H_0: \mu = 43$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu > 43$
Valor T	Valor p
-11.00	0.996

Figura 27: Pruebas estadísticas en minitab.

Estadístico t de prueba calculado:

$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{s}{\sqrt{N}}} = -11.00$$

Desviación estándar calculado

$$s = \frac{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2}}{N - 1} = 0.57$$

Paso 4

Formulación de hipótesis:

H_0 : Con la adición del tereftalato no incrementa las propiedades mecánicas del concreto para el diseño del pavimento rígido en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020.

$H_{2.1}$: Con la adición del tereftalato incrementa las propiedades mecánicas del concreto para el diseño del pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres Zona F Huaycán Ate, 2020

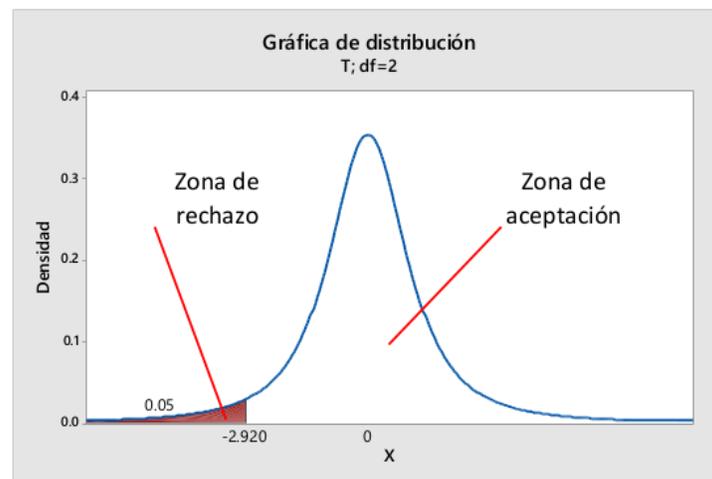


Figura 28: Curva de distribución normal para vigas.

Decisión y conclusión

Los valores de t_1 : -17.6 respecto los ensayos de compresión y t_2 : -11.00 con respecto a los ensayos a flexión se encuentran en la zona de rechazo tal como se observa en la figura 28, lo que indica que se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula.

Con esto **se concluye que** adicionar tereftalato al 10 % en el concreto no mejora en la **resistencia a compresión y la resistencia a flexión**.

c) Se tiene los datos previos (costo por m³)

En cuanto a la hipótesis específica tres, se evaluó precios para saber si el metro cubico de concreto con adición de tereftalato es más rentable que el concreto convencional se evaluó precios expresados en la tabla 23.

Paso 1

Hipótesis de investigación 3

“Adicionar tereftalato a la mezcla es más económico que el concreto convencional en el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres zona f Huaycán Ate, 2020”

Tabla 23: *Estimación por metro cubico del concreto normal y con plástico.*

Costo por m ³ de concreto	Convencional (S/)	10% de tereftalato (S/)	Propuesta 2	Propuesta 3
Cemento	216	216	216	216
Arena	37.2	33.6	33.6	33.6
Piedra	34.8	34.8	34.8	34.8
Tereftalato	-	26	25	27
Total, S/.	288	310.4	309.4	311.4

Fuente: Hecho por el autor.

$$H_0: \mu \leq 288 \text{ Kg/cm}^2$$

$$H_{2.2}: \mu > 288 \text{ Kg/cm}^2$$

Nivel de significancia = 0.05

Paso 2

T de una muestra: Costos por m³

Se tiene los datos de la μ : media costo por m³ de concreto

Estadísticas descriptivas				
N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95% para μ
3	310.400	1.000	0.577	312.086

μ : media de costo

Figura 29: Datos estadísticos en minitab.

Prueba	
Hipótesis nula	$H_0: \mu = 288$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu < 288$
Valor T	Valor p
38.80	1.000

Figura 30: Prueba estadística de la hipótesis.

Paso 3

Ubicación de límites en la distribución t calculado de una tabla de estadística

$$gl = 3 - 1 = 2$$

$$\gamma = 1 - \alpha = 1 - 0.05 = 0.95$$

$$t_{.95} = 2.92$$

Estadístico t de prueba calculado:

$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{s}{\sqrt{N}}} = 38.80$$

Desviación estándar calculado

$$s = \frac{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2}}{N - 1} = 1$$

Paso 4

Formulación de hipótesis:

Ho: Adicionar tereftalato a la mezcla no es más económico que el concreto convencional para el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres zona f Huaycán Ate, 2020.

H4: Adicionar tereftalato a la mezcla es más económico que el concreto convencional en el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la avenida Andrés Cáceres zona f Huaycán Ate, 2020.

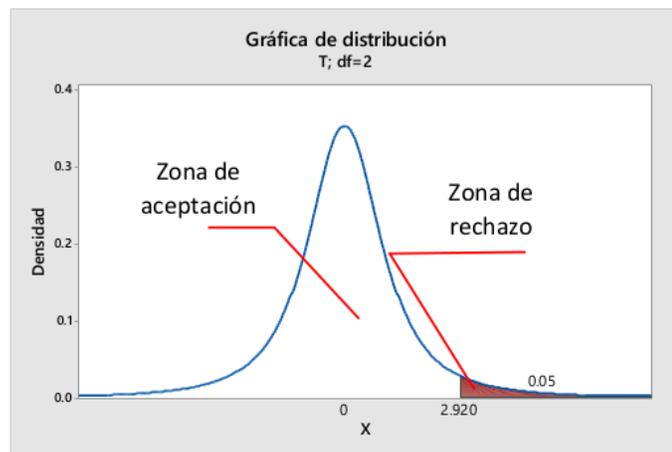


Figura 31: Curva de distribución normal de precios.

Decisión y conclusión

Los valores de t_1 : 38.80 respecto a los precios por metro cubico de concreto se encuentran en la zona de rechazo tal como se observa en la figura 31, lo que indica que **se rechaza la hipótesis** alterna **y se acepta la hipótesis** nula. Con esto **se concluye que** utilizar tereftalato al tereftalato en el concreto aumenta su precio por metro cubico a diferencia del concreto tradicional.

V.DISCUSIÓN

En relación a mis resultados obtenidos en laboratorio con respecto a la resistencia a compresión adicionando 10% de tereftalato me resultó un promedio de 331 kg/cm² y adicionando 20% obtuve un promedio de 295.6 kg/cm² a los 28 días de curado, cumpliendo con la normativa de $f'c=210\text{kg/cm}^2$. Por lo que estoy en desacuerdo con el autor Parra Carlos que tiene como objetivo en su tesis la aplicación del plástico reciclable en la mezcla de concreto $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ para verificar su influencia en la resistencia de compresión (2019), en su adición de 12 % obtuvo 197.81 kg/cm² y adicionando 18% tiene 190.61 kg/cm² se observó que no logra alcanzar a la resistencia requerida.

En función a los resultados adquiridos en los ensayos de resistencia a flexión del concreto con el 10 % de adición de tereftalato con relación al agregado fino el módulo de rotura promedio es de 39 Kg/cm², en debate con el investigador Ramírez Alex quien tiene como objetivo la resistencia a flexión del concreto sustituyendo el agregado grueso con 3% y 5% de plástico PET (2019), la proporción de su 5 % tiene un módulo de ruptura promedio de 36.25 kg/cm² por lo que estoy en desacuerdo con su resistencia obtenida ya que superamos su resultado.

Confrontando nuestra investigación con el 10% de adición de tereftalato como agregado fino se obtuvo 333 kg/cm² de resistencia a compresión de un diseño $f'c=210\text{kg/cm}^2$ por lo que estamos de acuerdo en comparación a los resultados obtenidos de la tesis de Esquivel Pedro y Ticliahuanca Marian: Resistencia y agrietamiento por contracción del concreto para pavimentos rígidos con incorporación de fibras PET (2019) y es que ellos nos superaron en resistencia porque las fibras PET alargadas trabajan de manera más óptima en las propiedades mecánicas del concreto. Por lo que los autores emplearon una proporción de 7% de fibra PET, donde obtuvieron un resultado en resistencia a compresión de 457.41 kg/cm² de un diseño $f'c=280\text{kg/cm}^2$ de resistencia a la compresión a los 28 días de curado.

Con los resultados conseguidos al 30% de adición de tereftalato en forma de gránulos finos alcanzamos una resistencia a la compresión promedio de 268 Kg/cm² a los 28 días de curado por lo que estoy de acuerdo con la investigación realizada por el autor Baldeon Alayo, Jerry Frances con el título de: Mejoramiento funcional en las propiedades del concreto hidráulico incorporando fibras de polipropileno al pavimento rígido, Comas- El correo, 2017. Por lo que el tesista consiguió una resistencia a la compresión promedio de 302.57 Kg/cm² con un 50% de adición usando fibras de propileno a sus 28 días también de curado. Quedando demostrado que las fibras PET le dan mayor resistencia de compresión al concreto que el tereftalato PET al ser un granulo fino que no mejora las propiedades mecánicas del concreto hidráulico existiendo ya varios antecedentes de investigación.

VI. CONCLUSIONES

El proponer un diseño de un pavimento rígido $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ adicionando tereftalato no lo que no sería lo más óptimo en la avenida Andrés Avelino Cáceres porque no se logró superar al diseño patrón de (333 Kg/cm^2) según nuestros resultados con ninguna de las adiciones de 10%, 20% y 30% tanto en resistencia a flexión como en compresión. Se podría proponer utilizarse la adición de tereftalato en edificaciones con baja resistencia como sardineles, veredas, lozas deportivas, muretes y otros en donde los esfuerzos y fatigas no causan gran impacto de desgaste de fisuramiento y agrietamientos evitando así fases de rupturas.

Se determinó mejorar el slump del concreto en las propiedades físicas para el diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ con adición de tereftalato por lo que no aumento su trabajabilidad en la muestras de concreto fresco ya que bajo de consistencia o fluidez en todas las pruebas realizadas en el vaciado de probetas y vigas, como ejemplo tenemos en un concreto convencional su slump fue de 3 pulgadas y en el de concreto con adición de 10% de tereftalato es de 2.5 pulgadas, observando que decae su fluidez cuando el concreto se encuentra en estado fresco.

Al proponer aumentar ¹ las propiedades mecánicas del concreto en la resistencia a compresión y resistencia a flexión del diseño de pavimento rígido $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ no se logró conseguir adquirir mejoras, decreciendo de forma gradual hasta los 28 días de fraguado con respecto al diseño patrón en su resistencia a compresión de (333Kg/cm^2) y la resistencia a flexión de (43Kg/cm^2) comprobándose de esta manera que con el módulo de rotura en las vigas y con ¹⁵ la resistencia a compresión en las muestras cilíndricas de las probetas no se aumentó las propiedades mecánicas. También se puede concluir que se analizó ¹¹ que el concreto normal se fracturo en su totalidad, el concreto con adición de tereftalato sufrió una fractura parcial, sin perder su forma y con una pérdida o disgregación de material mínima con

respecto a la mezcla patrón. La adición de tereftalato produce mayor agarre y evita la fractura o desprendimiento total del concreto fraguado, otorgándole un porcentaje de la ductilidad que el concreto carece.

Se analizó que la diferencia de costo beneficio de un concreto con adición de tereftalato a un concreto convencional no es rentable según se muestra en la tabla 23 donde el precio de un concreto normal incluido IGV es de S./ 288 soles por metro cubico y el de un concreto con adición de 10% de tereftalato incluido IGV es de S./ 310.40 soles por metro cubico, lo que nos lleva afirmar que el plástico reciclado nos salió más costoso por el servicio de triturado en maquina por kilo reciclado lo cual incremento el costo del concreto en un 7.7% por ciento más su precio.

VII. RECOMENDACIÓN

Se recomienda que se podría usar la adición de tereftalato en un diseño de concreto porque nos proporciona el beneficio de cuidar el medio ambiente, realizando el reciclado de botellas plásticas de tereftalato y utilizándolo en ciertas obras públicas como veredas, losas deportivas, o vías peatonales de baja resistencia para adicionarlo en el concreto y así su degradación será más segura para no contaminar el ecosistema evitando de saturar los rellenos sanitarios y creando conciencia de responsabilidad para reciclar los desechos sólidos de tereftalato y de esta manera evitar un impacto ambiental que sería muy perjudicial para nuestro habitat.

Se sugiere tener en cuenta las normas de ACI, ASTM, NTP para poder hacer un ensayo correcto en laboratorio y obtener datos confiables para su diseño de mezcla. Muy importante porque esta norma nos ayuda al control de calidad del concreto ya que son herramientas importantes para cumplir de forma acertada, porque cuando estos procedimientos son realizados de manera equivocada y no contiene el rigor de la metodología propuesta por las normas, los resultados suelen ser de muy poca utilidad.

Se aconseja hacer una corrección por humedad al diseño de mezcla, esto es porque el tereftalato tiene un porcentaje de absorción mayor a 3%. Esto se debe a que la cantidad de agregados que deben ser pesadas para el concreto más aun con la presencia de adición del tereftalato se deberán considerar la humedad de aquel ya que la capacidad de absorción de un agregado está dada por la cantidad de agua que necesita para pasar del estado seco al estado saturado superficialmente seco.

Se recomienda vibrar el concreto en el vaciado a las probetas, así también de seguir correctamente el chuseado según la norma que indica 25 por cada capa, esto para evitar la formación de estas bolsas de aire que se presentan en los especímenes tanto en vigas como en probetas permitiendo así la correcta colocación del concreto. Con mucha más razón la utilización de vibradores de concreto en obra cuando se adiciona tereftalato de polietileno.

Como sugerencia final se puede usar aditivo plastificante para darle mejor trabajabilidad al concreto fresco y darle mejor consistencia, fluidez al momento de realizar el slump resultando un mejor asentamiento al concreto con adición de tereftalato en sus diferentes proporciones como los que se están proponiendo de 10%, 20% y 30%.