



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos –
Poliplaster Road, Oxapampa 2020**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Calderón Alvarez, Joe Hanney (ORCID: 0000-0003-0751-0014)

ASESOR:

Dr. Benites Zuñiga, Jose Luis (ORCID: 0000-0002-5189-6412)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

La presente tesis va dedicada a mi madre, mi tía y familia que siempre creyeron en mí, y a todas las personas que estuvieron de atrás apoyándome para desarrollarme como profesional, y le dedico a mi papito que donde se encuentre quiero que se sienta orgulloso de este logro.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, mi madre y tía que nunca me dejaron de apoyar, agradezco a mi familia que siempre me apoyaron desde lejos mostrando su fuerza y voluntad de salir adelante, se agradece a los ingenieros que me apoyaron para que pueda ser una mejor persona y colega, también agradezco a mis amigos y personas que fui conociendo en este camino por enseñarme cosas nuevas y darme su apoyo cuando más lo necesitaba. Gracias Totales.

Índice de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	viii
Abstract	vix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	8
III. METOLOGÍA	40
3.1. Tipo y diseño de investigación	40
3.2. Variables y operacionalización	43
3.3. Población, muestra y muestreo	44
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	44
3.5. Procedimientos	46
3.6. Método de análisis de datos.....	50
3.7. Aspectos éticos	51
IV. RESULTADOS	52
V. DISCUSIÓN	65
VI. CONCLUSIONES	69
VII. RECOMENDACIONES	71
REFERENCIAS	73
ANEXOS	79

Índice de tablas

Tabla 1. Polímeros de Adición de Usos Frecuente	20
Tabla 2. Efecto del tamaño de Molécula sobre su Estado de Agregación	27
Tabla 3. Rangos de Valores de los Niveles de Validez.....	45
Tabla 4. Rango de Validez de Confiabilidad	46
Tabla 5. Diseño de mezcla de muestra 1.....	49
Tabla 6. Diseño de mezcla de muestra 2.....	49
Tabla 7. Resultados de densidad de muestras 1 y 2.	55
Tabla 8. Resultados de ensayos térmicos de la muestra 1 y 2.....	56
Tabla 9. Ensayo de resistencia a la tracción y elongación de la muestra 1 y 2. ..	61
Tabla 10. Ensayo de resistencia a la flexión de la muestra 1 y 2.....	63
Tabla 11. Ensayo de permeabilidad de la muestra 1 y 2.	64

Índice de figuras

Figura 1. Clasificación del Polímero Sintético.....	19
Figura 2. Tipos de copolímeros.	28
Figura 3. Polímero lineal sin ramificaciones (a), con ramificaciones cortas (b), con ramificaciones largas (c) y polímero entrecruzado (d).....	29
Figura 4. Sistema amorfo (a), semicristalino (b) y cristalino (c).	30
Figura 5. Muestra de Plástico PET.	47
Figura 6. Muestra de Plástico PE-HD.	47
Figura 7. Muestra de Plástico PE-LD.	47
Figura 8. Muestra de Plástico PP.	47
Figura 9. Proceso de fabricación del interior del Horno.	48
Figura 10. Horno completo con una temperatura máxima de 400 C.	48
Figura 11. Diseño de mezcla de plástico puesta en el horno.	50
Figura 12. Lámina obtenida del horno.	50
Figura 13. Mapa político del Perú.	52
Figura 14. Mapa político del Departamento de Pasco.	52
Figura 15. Mapa político de la Provincia de Oxapampa	53
Figura 16. Mapa político de los Distritos de Oxapampa	53
Figura 17. Mapa del Distrito de Oxapampa	53
Figura 18. Valores de densidad respecto a la muestra 1 y 2.....	55
Figura 19. Equipo de análisis térmico DSC - TGA.....	56
Figura 20. Termograma de DSC de la muestra 1.....	57
Figura 21. Ampliación de termograma de DSC de la muestra 1 en el punto de Tg y Tm.	57
Figura 22. Termograma de DSC de la muestra 2.....	58

Figura 23. Ampliación de termograma de DSC de la muestra 2 en el punto de Tg y Tm.....	58
Figura 24. Diagrama TGA de la muestra 1.....	59
Figura 25. Diagrama TGA de la muestra 2.....	59
Figura 26. Equipo de tracción universal.	60
Figura 27. Gráfico esfuerzo MPa y elongación % de la muestra 1.....	61
Figura 28. Gráfico esfuerzo MPa y elongación % de la muestra 2.	61
Figura 29. Comparativa del ensayo de la tracción de la muestra 1 y 2.	62
Figura 30. Comparativa del ensayo a la flexión de la muestra 1 y 2.	63
Figura 31. Línea de permeabilidad de la muestra 1 y 2.....	64

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar de qué manera los termoplásticos determinan la propiedad física, térmica y mecánicas en su estructura del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, la metodología del tipo de investigación de acuerdo a su fin es aplicada con un enfoque cuantitativo con el diseño que es experimental y el nivel de investigación es explicativo causal.

Como resultados tenemos que de los diseños de mezcla los mejores promedios fueron del segundo diseño obteniendo lo siguientes resultados, densidad de 0.941 g/cm^3 , con un Tg de $85 \text{ }^\circ\text{C}$ y un Tm de $120 \text{ }^\circ\text{C}$, Fmáx. de 631.524 N , σ de 7.8 MPa y elongación de 3.86% , en la flexión un esfuerzo de 8.33 MPa y una permeabilidad menor a $0.5 \text{ litros/metros cuadrados/día}$. En conclusión, se tiene que las propiedades mecánicas mejoraron cuando se añadió un 10% más de PE-LD, pero estas proporciones de mezclas no presentaron porosidad en su proceso de laminación por compresión.

Palabras clave: Termoplásticos, Polímeros, Plásticos, Pavimento, PoliPlasTher Road.

Abstract

This research aimed to evaluate how thermoplastics determine the physical, thermal and mechanical properties in their structure of thermoplastic-based prefabricated porous pavement – PoliPlasTher Road, the methodology of the type of research according to its purpose is applied with a quantitative approach with the design being experimental and the level of research being causal explanatory.

As results we have that of the mixture designs the best averages were of the second design obtaining the following results, density of 0.941 g/cm³, with a T_g of 85 °C and a T_m of 120 °C, F_{max.} of 631.524 N, σ of 7.8 MPa and elongation of 3.86%, in bending a stress of 8.33 MPa and a permeability less than 0.5 litres/square metre/day. In conclusion, mechanical properties improved when 10% more PE-LD was added, but these proportions of mixtures did not show porosity in their compression lamination process.

Keywords: Thermoplastics, Polymers, Plastics, Paving, PoliPlasTher Road.

I. INTRODUCCIÓN

Cuando hablamos sobre los plásticos y sus usos, y nos ponemos a pensar qué sería de nosotros sin ellos, ya que en nuestra vida cotidiana simplemente siempre estamos rodeados de estos, desde usar una mascarilla o un protector facial hasta usar en un laptop o pc como probablemente lo estén haciendo ahora, sin embargo para nuestro planeta tierra terminaron siendo un problema con su creación, sabemos que los polímeros sintéticos tiene buenas prestaciones físicas y mecánicas para poder elaborar objetos de determinadas formas y características la cual otros materiales no las tienen, por lo cual esto incentivó a que sean elaborados en grandes masas.

Con el pasar de los años esto trajo consecuencias, iniciándose una contaminación descontrolada, pues tiene una larga descomposición el cual tiene como propiedad y con ello a su vez provocando el deterioro de la capa de ozono por muchos factores que presentan estos productos plásticos al momento de ser desechados, para sintetizar lo mencionado se detalla que los polímeros hicieron su aparición durante los años de la posguerra en donde se sostuvo un crecimiento grande de descubrimientos y desarrolló de la industria del plástico, para 1953 el químico alemán Karl Ziegler desarrollo el polietileno y en 1954 el italiano Giulio Natta desarrolló el polímero, el cual en estos tiempos es el más utilizado; gracias a estos descubrimientos la vida cambió radicalmente en el mundo, pero décadas después se presentan abusos de estos descubrimientos¹ en cuanto a la producción descontrolada que se hizo en todo el mundo de estos polímeros en todos estos años; de acuerdo a algunos estudios recientes se logró documentar una aproximación del número real de producción donde se detalla que al menos desde la década de los 50's, se han producido más de 9,1 billones de toneladas de plástico, lo cual está generando un problema creciente que amenaza a no sólo la tierra, sino también a nuestra biodiversidad; se estima que al menos 7 billones de plástico ya no son utilizadas, es decir, se han convertido en basura² y teniendo como destino final, los océanos.

¹ (GÓMEZ SERRATO, 2016 pág. 19)

² (Travesía Pirenaica, 2019)

De todos estos billones de plástico no reutilizados que se van al mar, han formado una acumulación de cientos de masas que desechos, al cual denominaron como el continente de plástico, ubicado al norte del océano Pacífico que llega a medir en estos tiempos, casi tres veces más que Francia, con un área de 1,600,000 km² en donde se acumulan aproximadamente 1,8 billones de piezas de plástico, según una investigación de Nature Research³. También por otra parte los desechos de los hospitales por ser en su mayoría residuos peligrosos, no pueden ser reciclados y son incinerados, terminando esas partículas en el aire y generando más contaminación ambiental; para la agricultura no es un escenario diferente⁴ siendo en este campo donde los productos que se utilizan son insecticidas de sustancias tóxicas para el ser humano por lo cual tampoco pueden ser reciclados para su reutilización.

Dentro de nuestra actualidad el consumismo del plástico es una parte importante en la economía del mundo, porque, aunque llega a ser contraproducente para el medio ambiente, llegan a ser de suma utilidad en algunos casos aportando grandes beneficios y en otros solo es el consumo innecesario de la sociedad las cuales involuntariamente están causando cambios negativos en los ecosistemas, contaminación del aire y agua, lo cual se está generando por el consumo desenfrenado de los derivados de los polímeros las que han producido sin tener en cuenta que a la larga sería difícil manejar todos estos desechos por su cantidad y descomposición que llega a ser más de 500 años y en otros se logra hacer en periodos cortos pero es muy difícil.

Dentro del territorio peruano también existe el consumo masivo de los polímeros, generando una enorme cantidad de basura plástica que luego son destinados al mar peruano, en consecuencia, trayendo muchos problemas ambientales, tanto para la flora y fauna marítima que en muchos casos se pudo apreciar a animales atrapados con los desechos, ocasionando deformaciones de las extremidades o partes del cuerpo de los animales y en otros llega a provocarles la muerte. Por eso el exviceministro de Gestión Ambiental, Marcos Alegre, declaró en mayo del 2018

³ (Macera, 2018)

⁴ (GÓMEZ SERRATO, 2016 pág. 18)

que el plástico representa el 10% de todos los residuos que se generan en el Perú, indicando lo siguiente: “Desde el año 2015 tenemos un crecimiento enorme del plástico, cuya transformación o degradación tarda entre 100 a 500 años [...]”⁵ con lo cual el mar peruano tendrá que convivir con todos esos residuos durante siglos.

Perú un país consumista “[...] donde los supermercados distribuyen 200 millones de bolsas de plástico al año [...]”⁶ la cual prescribe la contaminación en polietileno de baja densidad (polímero con que se elaboran las bolsas), esto también ocurre en mercados y comercios desde las micro y macro empresas. El tema de los plásticos llega a ser un problema que al parecer no tendrá un fin si no se empieza a tomar conciencia de practicar las tres R (Reciclar, Reutilizar y Reducir) con lo cual se lograría que no se elaboren más de estos tipos de polímeros que existen en abundancia y están generando cada día más contaminación ambiental en el Perú y el Mundo.

En la ciudad de Oxapampa, provincia de Oxapampa y departamento de Pasco, ubicado en la selva central del Perú, se observó una mala práctica de sensibilización ambiental ocasionando con el tiempo contaminación de desechos plásticos (de diferentes tipos según su clasificación) en las orillas de los ríos, pistas y veredas de la ciudad, como en sus alrededores. Existe un proyecto de manejo responsable de los desechos sólidos por parte de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, sin embargo, aún sobresalen personas que siguen acumulando sus desperdicios sólidos en los espacios públicos generando molestias de contaminación visual, trayendo consigo contaminación del aire y agua del Río Chorobamba, el cual se encuentra ubicado entre los límites de Oxapampa y Chontabamba (Distrito de Oxapampa) y esto va en incremento en conjunto al crecimiento de la ciudad.

De esta manera se está proyectando realizar pavimentos de plásticos dentro del área nacional donde existen problemas con las vías pavimentadas, como los colapsos de drenaje pluvial, mayormente en las ciudades que tienen precipitaciones

⁵ (Ministerio del Ambiente, 2018)

⁶ (Macera, 2018)

muy elevadas durante el año y en las ciudades que no tienen drenaje pluvial como puede observarse en la ciudad de Lima donde no se considera el drenaje pluvial o para un aniego que puede suscitarse en cualquier momento, llegando a ocasionar daños materiales o incluso hasta la muerte, de ello también tenemos pistas inundadas o con presencia de charcos de agua creados por el ahuellamiento que existen en los pavimentos por la falta de un bombeo pluvial, recordando que el peor enemigo de los pavimentos flexibles es el agua, y esto a su vez acortará el tiempo de serviciabilidad del pavimento al cual fue proyectado.

Aparte de ello en la ciudad de Oxapampa, también es un problema habitual en los días de lluvia (la precipitación media anual es de 1411 mm.) ver que los drenajes pluviales urbanos de las pistas nuevas y antiguas tengan déficit en abastecimiento de aguas de lluvia, provocando que los sistemas de drenaje pluvial colapsen, el cual genera una escorrentía superficial en las pistas y este a su vez provocando daños de serviciabilidad de los pavimentos y consigo molestias al peatón para transitar en los cruces de las vías. Estos problemas que se da, es por una posible información escasa en la elaboración de los expedientes técnicos, es por ello que esta investigación trata de solucionar estos problemas de una manera amigable con el ambiente, al reciclar los desechos plásticos y elaborar un pavimento poroso hecho de cuatro tipos de plástico: PET, PE-HD, PE-LD y PP, la cual tendrá como producto final el PoliPlasTher Road.

En relación con lo mencionado se ha planteado el problema general de la investigación la cual es: ¿Qué propiedad física, térmicas y mecánicas tendrá la estructura del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020?, al mismo tiempo se presentan cuatro problemas específicos las cuales son: ¿De qué manera los polímeros lineales determinan la propiedad física del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020?, ¿De qué manera los polímeros lineales determinan el comportamiento de las propiedades térmicas del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020?, ¿Cómo influyen los polímeros lineales en la determinación de las propiedades mecánicas en su estructura del pavimento poroso prefabricado a

base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020? y por último ¿De qué manera los polímeros lineales determinan la porosidad en su estructura del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020?.

La justificación social, de la investigación es relevante para la sociedad porque nos permitió hacer el reciclaje de 4 tipos diferentes de plásticos, ayudando a reducir la contaminación en el medio ambiente y la acumulación que se produce en los océanos, trayendo consigo beneficios para la salud, vida, y entre otros; entonces lo que trata de buscar esta investigación es el benéfico para todas las personas en generar nuevas pistas de bajo costo que permitirá tener mejor logística del transporte de vehículos motorizados y no motorizado, y también al cruce de las personas por las vías ya que el pavimento busca tener la propiedad de ser poroso con los termoplásticos los cuales serán prefabricados. Lo que se busca es generar menos continentes de plásticos en los océanos bajando la colmatación y generar pistas nuevas con esos desechos no reciclados que aún se encuentran en las ciudades y no permitir dejar que lleguen a los mares.

La justificación práctica, de la investigación ayudará a resolver los problemas prácticos que se ven al construir pavimentos tradicionales que dependen de los estudios realizados que en algunas ocasiones son errados o simplemente son copias de otros estudios y es por eso que presentan fallas a temprana edad, lo cual ya es muy habitual observar en estos tiempos y más que todo en los pavimentos flexibles que tienen un menor tiempo de vida útil a de un pavimento rígido, pero todos esos daños que sufren los pavimentos tradicionales se puede solucionar al utilizar un pavimento de 100% de plástico que a su vez es reutilizable y se puede hacer una mejor gestión de mantenimiento de las vías, porque su construcción busca ser de una manera tipo lego. Entonces esta tesis busca obtener un nuevo producto que lo llamaremos PoliPlasTher Road que estará hecho a base de termoplásticos.

La justificación teórica, de la investigación será brindar el valor teórico de la compatibilización mediante el diseño de mezcla de los termoplásticos, los cuales

son polímeros que se están usando y también conocer sus propiedades físicas, térmicas y mecánicas mediante el desarrollo de los ensayos que se tienen en cuenta realizar dentro del proyecto de investigativo que busca tener un nuevo diseño de pavimento mediante la prefabricación.

La justificación metodológica, de la investigación puede llegar a ser un nuevo instrumento de recolección de datos porque se analizará una nueva metodología de compatibilización de 4 tipos de plásticos, definiendo sus propiedades físicas, térmicas y mecánicas. Se desarrollará una nueva metodología en compatibilizar estos cuatro termoplásticos los cuales son el PET, PE-HD, PE-LD y PP para determinar mediante su temperatura de transición vítrea y la temperatura de fusión, generar propiedades físicos-mecánicas óptimas para el desempeño del producto.

Con relación a lo planteado se han generado objetivos dentro de la investigación donde el objetivo general es: “Evaluar de qué manera los termoplásticos determinan la propiedad física, térmica y mecánicas en su estructura del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020” de tal manera se ha determinado cuatro objetivos específicos los cuales son: “Establecer de qué manera los polímeros lineales determinan la propiedad física del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020”, “Establecer de qué manera los polímeros lineales determinan el comportamiento de las propiedades térmicas del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020”, “Demostrar la influencia de los polímeros lineales en la determinación de las propiedades mecánicas en su estructura del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020” y por finalizar es “Evaluar de qué manera los polímeros lineales determinan la porosidad en su estructura del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020”.

Así pues obteniendo las hipótesis las cuáles serán las respuestas que buscamos a los problemas, es por ello que la hipótesis general es el siguiente: “Los termoplásticos influyen en la evaluación de la propiedad física, térmicas y

mecánicas en su estructura del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020”, por consiguiente de la mano van las siguientes hipótesis específicas: “Los polímeros lineales determinan las uniones entre los monómeros dentro de su propiedad física del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020”, “Los polímeros lineales describen el comportamiento de las propiedades térmicas del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020”, “Los polímeros lineales determinan una respuesta de comportamiento ante la aplicación de esfuerzos en las propiedades mecánicas en su estructura del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020” por último, “Los polímeros lineales determinan una porosidad dentro del rango establecido en el ensayo de permeabilidad en su estructura del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020”.

II. MARCO TEÓRICO

Los proyectos de investigación científica se basan en antecedentes de fuentes confiables como tesis, revistas, papers, artículos, entre otras. Esto determina la sustentación de la investigación, ya que nos dan indicios sobre posibles resultados y conclusiones, teniendo en claro su objetivo, tipo, población, muestra, muestreo y los instrumentos utilizados en la investigación proporcionada, mencionando estos detalles, se citan estos antecedentes:

Como antecedentes nacionales de la investigación tenemos a Elías (2017), tuvo como objetivo de investigación definir como argumento la incorporación del PET y PEAD en la flexibilidad y resistencia a la deformación en un pavimento ecológico, diseñando mezclas asfálticas en caliente supliendo desechos plásticos PET y PEAD en uno, tres y cinco porcientos. Fue un estudio de tipo aplicada porque se desarrollaron métodos científicos con el diseño de mezclas por el método Marshall, considerando al MTC en su Manual de Ensayos de Materiales, la población de estudio fue realizar 84 briquetas de asfalto según el (EM2000), muestra fue el mismo que la población analizando la flexibilidad y resistencia a la deformación de las probetas, los instrumentos empleados fueron los protocolos de la norma C.E. 010 Pavimentos Urbanos donde se estudiaron los requisitos y tamaños de las muestras a ensayar, además de usar el EM2000 del MTC donde indica el procedimiento para realizar el ensayo Marshall. Se concluyó que los diseños de mezcla en caliente de PET sustituyendo en 3 y 5.5 por ciento en vez de cemento asfáltico, 52% de agregado fino y 45% de grueso, resta las propiedades de flexibilidad, pero sosteniéndose en los rangos aceptables para el EM2000, pero se notó una progresión notable en la resistencia a la deformación; aparte, sustituyendo el PEAD en 1,3 y 5% pues se recomienda que no es favorable para la utilización puesto que los resultados fueron desfavorables, se notó un decrecimiento significativo en el ensayo de la flexibilidad dañando las propiedades físicas del asfalto y, en el ensayo a la resistencia tuvo un crecimiento muy elevado haciéndolo muy rígido y saliendo de los rangos que exige el Manual de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Delgado y Solano (2019), tuvo como objetivo de investigación analizar las propiedades mecánicas de su estabilidad y flujo en la mezcla asfáltica en caliente con la adición de plástico peletizado de polietileno de baja densidad, además establecer el % óptimo de asfalto sin modificar y modificado. Fue un estudio de tipo aplicada, porque se desarrollaron ensayos en el laboratorio bajo parámetros controladas y modificando la variable independiente para estudiar las respuestas en la dependiente, por lo cual se incorporaron distintos porcentajes de LDPE en la mezcla asfáltica, la población de estudio fue hacer 48 probetas de mezcla asfáltica de acuerdo con la norma del MTC, muestra fueron 12 briquetas de: MAC con 0% de LDPE, MACM con 3% de LDPE, MACM con 6% de LDPE y MACM con 9% de LDPE y muestreo fue aleatorio estratificado porque se dividió la muestra en 4 diseños, de esa manera se vio la relación entre subgrupos, los instrumentos empleados fueron la ficha técnica donde se anotó los datos generales, características de la mezcla y agregados; los equipos y herramientas utilizados fueron el molde ensamblado para especímenes, martillo de compactación, horno eléctrico, juego de tamices, un equipo Marshall, un flujómetro, entre otros. Los principales resultados fueron que a superior porcentaje de LDPE en la mezcla asfáltica se nota un incremento en la estabilidad y flujo, se pudo tener como el resultado más representativo la incorporación del 6% de plástico peletizado LDPE y su óptimo contenido de asfalto modificado es 5.78%, siendo la estabilidad 1380 kg. con un flujo de 3.45 mm, y la rigidez Marshall de 3994.91 kg/cm, además con vacíos de 4% y V.M.A de 15.05%. Se concluyó que el diseño más adecuado de mezcla en caliente con adiciones de LDPE es donde se incorpora 6% y no 3% como se había planteado; este adecuado porcentaje usado mejora las propiedades mecánicas en la estabilidad y flujo para las condiciones de ensayos y materiales que se emplearon en esta tesis.

Flores y Pacompia (2015), tuvo como objetivo de investigación estimar la incidencia que conserva la incorporación de tiras de plástico (polipropileno) en las propiedades del concreto permeable $f'c$ 175 kg/cm² diseñado para pavimentos en la ciudad de Puno, también determinar el diseño de mezcla idóneo. Fue un estudio de tipo correlacional, ya que posee el propósito de relacionar y vincular las propiedades del concreto permeable con la inclusión de tiras de polipropileno, los instrumentos

empleados fueron ensayos en compresión, permeabilidad y contenido de vacíos. Entre los principales resultados fueron que las tiras de polipropileno incorporadas al diseño del C^oP^o en un 0.05% se acentúa la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días, en el otro diseño con la incorporación de 0.10%, aumenta la resistencia a la compresión a los 7 y 28 días, pero no a los 14 días; por consiguiente en el diseño con incorporación de 0.15%, no incrementa la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días; pero decrece su porcentaje de vacíos en estado fresco y estado endurecido y también no incrementa su coeficiente de permeabilidad.

Dentro de la investigación tenemos un blog informativo de Amarillo, Verde y Azul (2020), tuvo como objetivo de investigación informar sobre el reciclaje de envases y otros productos para la construcción de pavimentos, que tomo en cuenta en su investigación el profesor asistente de Ingeniería Civil y Ambiental Naji Khouri, de la Universidad de Temple, en Filadelfia (US). Fue un estudio de tipo informativo, se detalló que se analizó las propiedades del PET y mezclando con tierra para crear un nuevo asfalto, la población del estudio que describen fueron todos materiales plásticos que se puedan reciclar, muestra y muestreo fue el tereftalato de polietileno es un tipo de plástico con el que se fabrican botellas, los instrumentos empleados se intuyen que fueron equipos de laboratorio de la Universidad del Temple. Los principales resultados fueron informar sobre cómo, fabricaron un nuevo y novedoso asfalto llamado Plastisoil, el cual, una vez es triturado el plástico y mezclado con tierra, estos se calientan hasta ver una configuración de una sustancia compacta similar al cemento, pero más permeable y poroso, lo que favorece a la absorción del agua, aceite y suciedad. Repercutiendo en una considerable adherencia y aportando una importante seguridad vial. Se concluyó que con el Plastisoil se puede pavimentar aceras, caminos, aparcamientos y ciclovías, y que para producir una tonelada del producto hacen falta una tara de 30 000 botellas de plástico, lo cual deja en claro que será más beneficioso porque no se usará el cemento y resultará más barato y ecológico.

Cómo periódico virtual se ha tomado a Martínez (2018), tuvo como objetivo de investigación informar sobre un pedagogo de química manifiesta una formulación

para reciclar los residuos plásticos como material para pavimentar vías. Fue un estudio de tipo informativo, que hasta ahora se han construido 20 000 kilómetros de la red de carreteras de la India con la reutilización del plástico, la población de estudio que describen fueron toda la red de carreteras de la India, muestra y muestreo fueron unos 20 metros de pavimento que fabricó con la mezcla de plásticos triturados dentro del campus, los instrumentos empleados que se intuye que utilizó fueron los del Colegio de Ingeniería de Thiagarajar, en Madurai. Los principales resultados fueron informar de cómo el investigador encontró que, en su estado líquido del plástico se tiene excelentes propiedades aglomerantes, se mezcla como un asfalto tradicional, además su uso del plástico para este asfalto reduce la cantidad de betún necesario en un 8%, mientras 1 km. de carretera de pavimento flexible requiere 10 toneladas de betún, con la mezcla del Doctor Rajagopalan Vasudevan se requiere una tonelada de plástico por cada 9 toneladas de betún. Se concluyó que el profesor aparte ha procreado un elemento de construcción ecológico, moldeando los plásticos y grava con materiales como residuos de cerámica, piedra caliza y granito, que tiene como nombre Plastone y para fabricar uno de los bloques de este material es necesario 300 bolsas, 4 o 6 botellas de plástico, según Vasudevan su Plastone también podría ser usado para pavimentar carreteras y reemplazar al cemento.

Camós (2015), tuvo como objetivo de investigación informar como en Holanda está buscando pavimentar las vías con plásticos reutilizados. Fue un estudio de tipo informativo, como VolkerWessels con PlasticRoad apuestan con pavimentar kilómetros de carretera con botellas de plástico reciclado. Los principales resultados fueron informar que la empresa habló que la duración de este pavimento es superior al del asfalto hasta en tres veces y que sus temperaturas de uso son de entre -40 °C y + 80 °C. Se concluyó que en cuanto a su montaje e instalación van a ser modular y sencillo al poder almacenar y transportar, además que como será un material hueco podrán instalarse canalizaciones de tuberías, cables y entre otros sistemas que se tuvieran, pues también habrá ahorro energético y menos CO2 a nivel mundial.

En los antecedentes internacionales tenemos, por ejemplo, Porras (2017), tuvo como objetivo de investigación explicar una gestión metodológica de diseños de concretos hidráulicos permeables y sus respectivas correlaciones de permeabilidad y comprobar la metodología al llevarla al campo de prueba. Fue un estudio de tipo experimental correlacional, porque busca relación entre la resistencia y permeabilidad en el concreto permeable, la población de estudio fueron las diferentes metodologías de diseños para concretos permeables, muestra y muestreo fueron dos normas recomendadas, una de ellas la NRMCA y la otra hecha por el comité ACI 522R-10, los instrumentos empleados fueron ensayos de los equipos de laboratorio y materiales que se utilizó fueron el cemento industrial Holcim (MP/A-28) y agregados de tajo de la zona de Guápiles con un TMN de 12.5 mm. Los principales resultados de dos diseños fueron; donde se empleó la sugerencia del índice de compactación de 5 tomado de la NRMCA para los casos donde hay evidencia del tipo de compactación es vaga, sin embargo, en el conjunto de los casos no logró llegar acercarse al 15 % de vacíos, lo cual se esperaba. Se fluctuó en una jerarquía de dentro del 13 % y 15,4 % de las mezclas ensayadas, después de aplicar las semejantes dos energías de compactación. Entonces se contempla que para el diseño B, la cual buscaba un porcentaje de vacíos de 17 %, sí se logró obtener datos más cercanos, con un porcentaje de vacíos de entre 16,8 % y 17,2 %; de lo cual se utilizaron los índices de compactación calculados para cada energía que los otros diseños, de uno para la compactación de 172,62 kN-m/m³ y de cero para la de 230,16 kN-m/m³. Entonces como conclusión se tuvo que para la metodología de diseño propuesto se obtuvieron datos más precisos en las pruebas tanto de resistencia a la compresión y tensión como en las de permeabilidad y porcentaje de vacíos, eso según lo que se buscaba al diseñar.

También se incluyeron antecedentes en el idioma inglés y tenemos a MacCarthy (2018), Its research objective was to report on roads made from recycled plastic that can reduce plastic pollution. It was an informative study where he found out how the students of the University of California in San Diego could soon lead a future without plastic waste contamination, the study population the ways of plastic in the world, shows the plastic ways coming from the British company MacReber and sampling was a small area testing trail where UC San Diego graduates live, the instruments

used were the collection of informative data on everything about plastic pavements. The main results were that the CEO of MacReber, Toby Cartney founded the company, recycling the plastics and classifying them according to their structure that each polymer occupies and then implementing in the asphalt mix and giving it better properties of durability and flexibility. It was concluded that the UCSD sustainability manager says that these pavements have a lower carbon footprint than the traditional bitumen used in traditional flexible pavements, apart from the president of the UCSD California public interest research group, supports the initiative of students and encourages them to continue implementing sustainable practices.

Los estudiantes de la Universidad de California en San Diego, practican nuevas tecnologías sostenibles, en este caso, caminos de plásticos. La compañía MacReber construye caminos de plásticos los cuales ayudan a reducir costos, a mejorar la calidad de aire por la reutilización de estos, a generar menos contaminación en los mares y menos utilización del petróleo generando menos gases invernaderos, esta práctica sostenible se ensayó en un área donde viven los egresados de la UCSD, para ver su desempeño y ver si es rentable para luego talvez implementar en todo el campus.

Roll (2018), Its research objective was to inform about alternative additives for pavement material in order to recycle waste products and reduce the cost of bulk pavement material. It was an informative study where he finds out how an exciting new engineering solution is emerging, such as plastic roads, which could be a solution to the problems presented by the most used pavements and generate recycling awareness, the study population. was the Scotland-based company MacRebur Plastic Roads Company, the instruments used were the collection of informative data on plastic pavements. The main results were that the plastic can be used as a replacement for the bituminous binder in the asphalt, when using this type of binder it has four main benefits: it can be more resistant, mixed quality, the use of plastics is direct and the plastic is embedded in permanently on the road; having practically pavements without deterioration and without water infiltration. It was concluded that the use of plastic additives derived from plastic waste is a promising emerging technology that has the potential to solve our growing problem

of plastic waste, while it is possible to have new asphalt roads with better serviceability rates in a longer time.

La empresa MacRebur Plastic Roads Company ha fabricado un asfalto plastificado desde el año 2016, instalando en países como Reino Unido y Australia. Según la compañía, su carpeta asfáltica patentada es más fuerte que el betún tradicional, aparte es menos viable en costos. Esta mezcla fue inspirada por un método más rudimentario utilizado en la India, donde se derritió plástico para sellar baches en sus pistas.

UTA (2020), Its research objective was to report that with the TxDOT grant, the UTA team will test the feasibility of recycled plastics in new road construction. It was an informative study by researchers at the University of Texas at Arlington, combining two areas of expertise such as recycling and asphalt/concrete; with a two-year feasibility study supported by \$ 342,588 on plastic road construction, the Texas Department of Transportation is funding this Project, the study population will be the plastics to make paths from them, sample and sampling in this case is the same as the population. It was concluded that the roads would not be made entirely of recycled plastic, but that it would be investigated what percentage is optimal to mix it with the asphalt, to have an ideal consistency and generate safe pavements for service agents, avoiding rehabilitation costs. Apart Hossain, professor in the Department of Civil Engineering and director of the Institute of Solid Waste of UTA for Sustainability, said: that it is necessary to make a correct mixture of plastic-asphalt to generate friction in the wheels of vehicles, to have security suitable vial.

Cuando China dejó de importar gran parte de los materiales de reciclaje de los US, empezó a tener problemas de aglomeración de estos residuos en los vertederos; entonces el Departamento de Transporte de Texas (TxDOT) está tomando medidas para fomentar el uso de residuos de reciclaje para una construcción sostenible, sustentando 342 588 dólares para un estudio de viabilidad por parte de los investigadores de la Universidad de Texas en Arlington (UTA), que busca hacer una mezcla de plástico con asfalto para tener los mismos o mejores resultados de servicio a de otros pavimentos.

Sihama, Abdulkhaliq and Alyaa (2013), aimed to compare the characteristics of LDPE: PP and HDPE: PP. It was an applied study, because it proposed a new design of polymer mixtures, the population made different designs of polyethylene with polypropylene in different percentages, the instruments I used were the tests of traction, impact, elasticity to flexion and hardness. The main results were in the tensile test, that pure polypropylene has a higher mechanical property than the other types of polymer mixtures, while HDPE and LDPE showed elastic behavior, which is why it had lower tensile strength and greater elongation compared to pure PP. It was also observed that the mixture ratio 20% HDPE: 80% PP and 20% LDPE: 80% PP, these mixtures could withstand a load of 846.9 N and 726.8N with an extension of 3.94 mm and 4.07 mm respectively to their mixture. In the impact test the mixture of PP and HDPE have a higher resistance to those of PP and LDPE, since the bonding forces between their compatibility chains are lower and this has a relatively low impact resistance. The bending results showed that the mixture of HDPE: PP is much better than the mixture of LDPE: PP, because there is a better compatibility of PP and HDPE polymers. Fluency test results show that PP has greater fluency than HDPE and LDPE. The results of the Shore D hardness test confirmed that PP has a higher hardness value than that of the other polymers used, since the mixtures with HDPE and LDPE have improved according to the weight of PP. It was concluded that, the mechanical properties of HDPE with PP mixtures, gave better results than a mixture with LDPE, since it has been observed that the 20:80 ratio of HDPE: PP and LDPE: PP is a ratio that seemed to withstand high loads compared to other ratios, it is also shown that mixtures of 20 HDPE: 80 PP and 20 LDPE: 80 PP, are completely incompatible in which there are some phases that are roughly separated.

En la Universidad de Iraq unos investigadores llegaron a la resultados sobre la compatibilización de polietileno de alta densidad con el polipropileno y también el polietileno de baja densidad con el polipropileno, pues se tuvieron diferentes diseños de mezcla los cuales fueron analizados en diferentes ensayos mecánicos, buscando resultados de estos fueran compatibles, pues se llegó a la conclusión que estos polímeros con el polipropileno no son completamente compatibles ya que

parecía soportar cargas elevadas en relación de un diseño de mezcla al 20:80 de HDPE: PP y LDPE: PP.

Dentro de las revistas se optaron por Cárdenas, Albitter y Jaimes (2017), tuvo como objetivo de investigación promover el concreto permeable como solución de aprovechamiento del recurso hídrico. Fue un estudio de tipo aplicada, porque se tomó apariencias esenciales en la aplicación de los concretos permeables, la población fue revisar el diseño convencional de los pavimentos y observó que estaba en condiciones diferentes a los habituales, los instrumentos empleados fueron de los ensayos de las propiedades de resistencia y del grado de permeabilidad del pavimento. Los principales resultados fueron que las láminas subordinadas del pavimento deben ser construidas de manera desemejantes a las que se construyen convencionalmente, esto para posibilitar que el agua drene hacia ellas por su naturaleza permeable, entonces el programa de productores de la organización de Tecnología Avanzada de Pavimento de Concreto, incluye al concreto permeable como una metodología de construcción que tiene una afiliación a los fines de buscar innovación de maneras de construcción que ayuden a reducir los congestionamientos, desarrollar la seguridad y el desempeño, reducir costos, e incitar la innovación en herramientas para la construcción de pavimentos. Se concluyó que para tener una movilidad urbana sustentable deben darle lugar a los concretos permeables, los cuales atienden muchas exigencias de la infraestructura vial, manejo y preservación del recurso agua que se puede tener si ayudamos a contribuir con la innovación de pavimentos modernos.

Reyes, Torres Y Grupo Cecata (2002), tuvo como objetivo de investigación diseñar un pavimento rígido con una configuración permeable con adiciones de tiras de plástico. Fue un estudio de tipo aplicada experimental porque se van a tomar diferentes diseños de mezclas para luego ser ensayados, la población y muestra que se analizó fueron cuatro diseños de mezcla probables para el diseño permeable, los instrumentos empleados se iniciaron con la clasificación de los materiales que van a tener el fin de poder utilizarlos en la producción de los diseños de las mezclas que tuvieron un perfil o restricciones de las especificaciones de las normas técnicas colombianas (NTC). Todos los ensayos y trabajos de la

investigación se hicieron de CEMEX y Asocreto. Los principales resultados obtenidos de los ensayos, se determinó que la tira más adecuada es de 4 mm x 20 mm. y el porcentaje óptimo corresponde al 10%, ya que se obtiene un incremento del 3.4% en el ensayo a la compresión, 37.8% en el ensayo a la flexión, 1% en el ensayo a tracción indirecta y del 13.7% en el módulo de elasticidad, a la de una mezcla óptima sin adición. La conclusión que nos da el autor, es que la adición de tiras de desechos plásticos en un 10% con tiras de 4 mm x 20 mm., permite que el concreto poroso mejore sus propiedades mecánicas ante los esfuerzos y principalmente en la flexión.

Por finalizar se tiene un paper de Romero, Bonifaz, Huertas y Cazar, tuvo como objetivo de investigación diseñar un pavimento rígido con una estructura permeable con adiciones de tiras de plástico. Fue un estudio de tipo aplicada experimental se presentará una propuesta de diseño de mezcla adicionando PET Tipo 1, son las botellas recicladas, a las mezclas tradicionales de los pavimentos bituminosos, la población y muestra serán las probetas ensayadas por cada tipo de diseño, con incorporación de PET y sin incorporar, los instrumentos empleados en esta investigación es la normativa de diseño nacional de Ecuador basada en los estándares norteamericanos, como los ensayos Marshall ASTM D 6926 y ASTM D 6927. Los principales resultados fueron la comparación de briquetas tradicionales a las con la incorporación de un porcentaje óptimo de PET tipo fibra ambos con un 4% de vacíos, se notó que el que presenta PET en su diseño es más resistente y a su vez con mayor capacidad de deformación. Se concluyó que las probetas con adición de PET triturado en el tamiz número 40 y pasante del número 10, con porcentaje del 13.6% de plástico, así también con el 4% de vacíos, presentan una estabilidad superior en 33.3% y un 32% en el flujo, a las de una mezcla con 6.5% de asfalto y con 4% de vacíos.

A continuación, se detallarán todas las bases teorías y enfoques conceptuales de las variables, dimensiones e indicadores relacionados al título de investigación; se definirá la variable independiente (Termoplásticos) con su dimensión (Polímeros Lineales) y en seguida de sus indicadores (PET, PE-HD, PE-LD y PP) y, la variable dependiente, siendo el (Pavimento Poroso Prefabricado), con su primera dimensión

(Propiedad Física) y su indicador (Densidad), enseguida con su segunda dimensión (Propiedades Térmicas) y sus indicadores (DSC (Calorimetría diferencial de barrido)) (TGA-(Termogravimetría)) (Temperatura de Fusión “Tm”) (Temperatura de Transición Vítrea “Tg”), continuando con la tercera dimensión (Propiedades Mecánicas) y sus indicadores (Resistencia a la Tracción) (Resistencia a la Elongación) (Resistencia a la Flexión), finalmente con la cuarta dimensión tenemos la (Porosidad) y su indicador (Permeabilidad).

La materia que nos rodea está formada por millones de moléculas las que pueden ser de un tamaño pequeño o muy grande; los cuales son los Polímeros, que proviene de las palabras griegas “poly” (muchos) y “mers” (partes), es decir, muchas partes y se produce por la unión de millones de moléculas pequeñas denominadas monómeros, las cuales forman cadenas y se pueden encontrar en polímeros lineales, ramificados o entrecruzados ⁷.

Los polímeros son constituidos o clasificados por su origen que pueden ser polímeros naturales o biopolímeros, y los que se obtienen de su transformación de estos son: polímeros sintéticos y semisintéticos. Quienes tienen una característica común, se les conoce por ser maleables por presentar alta plasticidad, de ahí el nombre de “plástico”.

Los polímeros naturales provienen de los seres vivos como: caucho natural y la lignina; y los biopolímeros son los que tienen funciones vitales, tales como: polisacáridos, ácidos nucleicos, proteínas y celulosa.

Polímeros sintéticos son los que se obtienen industrialmente o en laboratorios (polimerización), son variados y tienen múltiples usos, en general se los conoce como plásticos. Se identifican en: vidrio, porcelana, nailon, polietileno y poliestireno. Los cuales están conformados por monómeros (compuestos de bajo peso molecular que pueden unirse a otras moléculas pequeñas de su misma forma o diferentes) naturales.

⁷ (VARGAS, 2015)

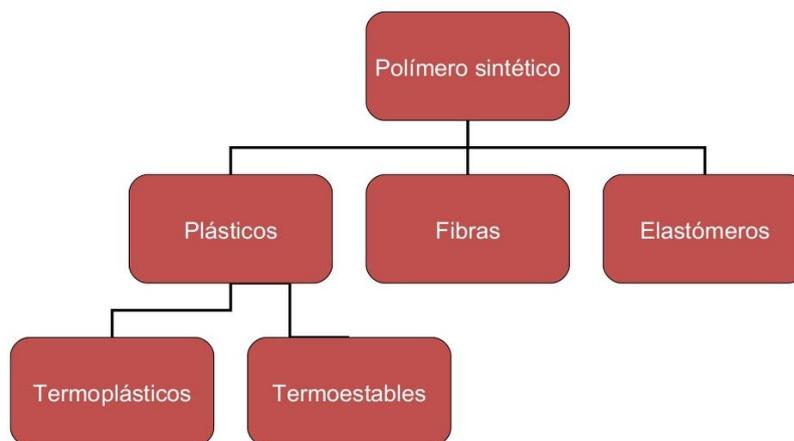


Figura 1. Clasificación del Polímero Sintético

Fuente: Tecnología de Polímeros. M. Beltrán y A. Marcilla

En la Figura 1 se muestra cómo se clasifica el polímero sintético, en: plástico lo cual se puede clasificar en dos: los termoplásticos, son los que se pueden moldear y recuperar su forma, cuando se enfrentan a altas temperaturas y, los termoestables, son lo contrario a los termoplásticos porque solo pueden ser calentados, moldeados y luego enfriados una única vez. Las fibras son polímeros de los cuales se pueden obtener hilos finos y los elastómeros se diferencian por ser de gran plasticidad.

Los Termoplásticos son una definición que se utiliza como adjetivo que “[...] permite calificar al material que resulta maleable ante el calor. En otras palabras: pierde su estado rígido y se deforma al encontrarse a temperaturas elevadas”⁸ que cada tipo de la familia de termoplástico presenta.

El termoplástico es un tipo de plástico que presenta distintas propiedades a diferencia de otros, por su manera de fundición y presentar distintos cambios en su estado líquido como sólido. Ahora, la mayor parte de los termoplásticos son polímeros, los cuales permiten diferenciar entre los termoestables o termofijos, por su estado de deformación al poder calentarse y hacerlos reciclables una y otra vez.

Aparte por su ramificación se determinan como polímeros lineales, que pueden estar ramificados o no. Cuando no se encuentran entrecruzados, son polímeros

⁸ (PÉREZ PORTO, y otros, 2016) párr. 1

solubles en determinados disolventes orgánicos que tienen la capacidad de fundirse y a su vez son reciclables. Si se los compara con los demás tipos de plásticos, los termoplásticos se manufacturan y disponen en cantidades demasiado extensas en el consumo humano y entre ellos los más frecuentes que se encuentran en la producción son: PE, PP, PS y PVC. De hecho, más de la mitad del total de plásticos procesados corresponden a estos cuatro plásticos mencionados⁹.

Tabla 1. Polímeros de Adición de Usos Frecuente

Polímero	Abreviatura	Unidad de repetición
Polietileno	PE	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$
Polipropileno	PP	$-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-$
Poliestireno	PS	$-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-$
Poli(cloruro de vinilo)	PVC	$-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-$
Poliacrilonitrilo	PAN	$-\text{CH}_2-\underset{\text{C}\equiv\text{N}}{\text{CH}}-$
Poli(metacrilato de metilo)	PMMA	$-\text{CH}_2-\underset{\text{COOCH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}}-$
Polibutadieno (1,4-cis)	PB	$-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-$

Fuente: Tecnología de Polímeros. M. Beltrán y A. Marcilla

En la Tabla 1 se muestran a los polímeros que conforman los termoplásticos, en esta investigación se tomarán en cuenta sólo dos de los siete que se muestran, será el PE y PP.

Todo se basa en el etileno, que pasa por la polimerización para obtener el polietileno que es considerado químicamente como el polímero más simple por su composición química, aparte por ser de coste bajo y tener trabajabilidad en su fabricación. Se representa con un monómero repetido como se muestra en la Tabla 1, $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ (dos hidrógenos un carbono) y llamada eteno por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada por su sigla en inglés IUPAC. Es un polímero de cadena

⁹ (BELTRÁN RICO, y otros, 2012 pág. 57)

lineal no ramificada, las cuales se presentan en la T_g en regiones amorfas y semicristalinas.

El polietileno es producido por diferentes polimerizaciones de los cuales se describen tres de ellos, el politereftalato de etileno, el polietileno de alta y baja densidad.

Los Polímeros Lineales se determinan en “[...] una molécula polimérica en la cual los átomos se arreglan más o menos en una larga cadena”¹⁰ que se presenta como cadena principal.

De una u otra manera algunos de los átomos de la cadena principal se encuentran entrelazados a otras pequeñas cadenas de átomos, los cuales se pueden denominar como grupos pendientes que tienen enlaces cortos a diferencia de la cadena principal.

La mayoría de los polímeros lineales tales como el PE y PP son termoplásticos, es decir, se ablandan al calor y se endurecen por enfriamiento en un proceso físico reversible. Sin embargo, los polímeros lineales, como la celulosa, cuyas fuerzas intermoleculares son de gran magnitud (enlaces de hidrógeno) no pueden ablandarse por calentamiento por debajo de la temperatura de descomposición¹¹.

Por otro lado, se analizan las propiedades físico-mecánicas del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos, para saber cómo es su reacción ante solicitudes que se abordan a su diseño.

El PET (Tereftalato de Polietileno) o como como lo conocen en la industria de los plásticos de otras maneras como: politereftalato de etileno, polietileno tereftalato o polietilentereftalato¹² los cuales pueden ser PET amorfo o PET cristalino, pero que

¹⁰ (Departamento de Ciencia de Polímeros, 1996) párr. 2

¹¹ (Raimond B., y otros, 1995 pág. 12)

¹² (arapack, 2018) párr. 1

está en la familia de los polímeros termoplásticos por sus propiedades químicas-físicas.

Es el tipo de plástico más empleado en el mundo como en los envases alimentarios por presentar en sus propiedades una notable ligereza, su bajo coste de producción, así como su considerable posibilidad de reciclaje, ya que pueden ser reutilizados en su totalidad. Se encuentra en las botellas de agua y otras bebidas que tengan un código de identificación de 1. Además, una vez reciclado, el PET puede utilizarse en diferentes materiales de producción como se pueden mencionar algunos de ellos, se utilizan para piezas de automóvil, muebles, alfombras y ocasionalmente para nuevos envases de alimentos¹³ aunque ahora último se ha impulsado el reciclaje masivo de los envases de botellas para ser reutilizados nuevamente y así poder contribuir con el medio ambiente.

El PE-HD (Polietileno de Alta Densidad) es el polímero sintético de mayor producción mundial, de la familia de los termoplásticos, conformado en su cadena de polimerización repetidas unidades de etileno. Aparte de ser un material 100% reciclable y apto para ser utilizado en muchos sectores industriales. Teniendo en sus propiedades como la buena resistencia a la abrasión, al desgaste y a los productos químicos y los impactos¹⁴.

En este tipo de plástico se presentan características como ser resistente a productos químicos, tener poca flexibilidad, pero presenta una manera sencilla de fabricar y manipular. Sus usos en donde son dispuesto a emplear son las bolsas de supermercado con gran capacidad de carga, en manufacturas como de limpieza y de higiene personal como botellas de shampoo, envases de leche, zumos o yogurt. Una vez reciclado puede utilizarse nuevamente para botellas de detergente, tubos, envases de aceite o incluso para muebles de jardín¹⁵, su empleo de reutilización es muy variado porque no pierde propiedades al ser moldeados nuevamente.

¹³ (SP Group, 2017) párr. 3

¹⁴ (Zona Plástica)

¹⁵ (SP Group, 2017) párr. 6

EL PE-LD (Polietileno de Baja Densidad) es de la familia de los polietilenos o de los polímeros olefínicos, también es un termoplástico conformado de unidades repetidos de etileno. En su estructura química se presenta la ramificación muy elevada, lo cual hace que su densidad baje.

Se trata de un plástico muy flexible y transparente que se da utilidad en frecuentes formas de bolsas de todo tipo y tamaño, envases de laboratorio o comida congelada. Además, cuando se da su reciclaje se puede volver a utilizar de nuevo en contenedores y papeleras, paneles, tuberías o baldosas¹⁶. Su reciclaje no es muy practicado hoy en día, por ser abundantes y tener una descomposición de largas décadas de años, se tomaron medidas para bajar su consumo de bolsas en los supermercados del Perú.

Aparte encontramos al polipropileno que, por su polimerización, tiene una reacción en su cadena con adición. Tienen propiedades térmicas como mecánicas que lo desafían a tener respuestas como por ejemplo en la impresión 3D.

El PP (Polipropileno) “[...] es el polímero termoplástico, parcialmente cristalino, que se obtiene de la polimerización del propileno (o propeno). Pertenece al grupo de las poliolefinas [...]”¹⁷.

Se caracteriza por tener propiedades similares al polietileno, pero exceptuando las siguiente como, una menor densidad, una T_g más elevada, presenta resistencia al stress cracking (agrietamiento por tensión) y un problema de ser más propenso a la oxidación, la cual se puede resolver con la adición de antioxidantes.

Es un material perfecto para envases para microondas ya que se destaca por tener dureza, resistencia de barrera al vapor y al calor. También se encuentra en los botes de salsas, tapas y envases de uso médico y veterinario. Además, tras

¹⁶ (SP Group, 2017) párr. 8

¹⁷ (elaplas, 2016) párr. 1

su proceso de reciclado, es habitual para cepillos, bandejas, cables de batería o señales luminosas¹⁸ que el PP nos puede brindar.

Los termoestables son convertidos en sólidos después de pasar por el calentamiento, se vuelven más rígidos, esto se debe a que cuando sufrió a grandes temperaturas se formaron nuevos entrecruzamientos que provocan mayor resistencia a la fusión de su estructura química, que los hace insolubles e incapaces de fundirse nuevamente.

Las fibras poliméricas son cuyas cadenas están en forma extendida de manera lineal, pueden ser hilados para ser usados en los textiles. Se los conoce por tener una mayor fuerza tensil, se comportan bien cuando son sometidos a esfuerzos en su misma dirección, pero no tienden a ser resistentes a fuerzas de compresión.

Los elastómeros son de gran flexibilidad, capaces de soportar deformaciones muy grandes y con memoria para su recuperación de forma inicial una vez eliminado el esfuerzo. Pero cuando se aplican esfuerzos una y otra vez, pueden ser irrecuperables a su forma primaria ya que en su cadena el entrecruzamiento es parcial lo que ayuda a que regresen a la forma inicial por tener sus moléculas en ese estado y no permitir que se deslicen unas sobre otras lo que produciría lo mencionado, ser irrecuperable a su forma inicial.

Polímeros semisintéticos son los que han sufrido transformaciones químicas, en la modificación de un monómero natural o de polímeros naturales; compuesto nitrocelulosa, ebonita, caucho vulcanizado. Dentro de algunas de sus propiedades de sus tipos, presentan como ser termoplásticos relativamente duros y brillantes, ser incoloros, resistencia química, tener elasticidad, pueden ser pigmentados fácilmente, etc.

El pavimento poroso prefabricado, se puede definir como las metodologías mecanicistas que procuran conservar un enfoque puramente científico, que admita

¹⁸ (SP Group, 2017) párr. 9

el análisis completo de la mecánica del comportamiento de un pavimento ante situaciones externas como las acciones del clima y del tránsito vehicular¹⁹ de los diferentes ensayos que se los puede aplicar y tener así resultados más cercanos a la realidad que estará sometidos durante años en su función como logística de transportes y comunicaciones.

Se remite que los pavimentos permeables o porosos, tienen una decrepitud de más de 100 años, pero sólo hace unos 51 años se han empezado a aplicar de manera más frecuente²⁰. En la contemporaneidad el concreto permeable es apreciado por la “EPA (Environmental Protection Agency) de los Estados Unidos como una de las Prácticas de Mejor Administración (BMP: Best Management Practices) para el control de los escurrimientos torrenciales, sobre una base local o regional”²¹.

Las propiedades físicas se definen primero como las que presentan cambios drásticamente o aceleradamente si sufren una variación de fase sobre su punto de transición vítrea (T_g) y por debajo de su punto de fusión (T_m). Los cuales determinan cambios en sus propiedades a las que se piensa llegar para que cumplan un determinado uso o aplicación.

Sus propiedades físicas varían gradualmente si se funden y se moldean continuamente en otras oportunidades, ocasionando disminuciones en sus propiedades físicas al debilitarlos o incluso llegar a romperse los enlaces. Pero, se pueden generar estas propiedades aplicando modificadores en sus monómeros para que presenten mejores resultados de características y propiedades del material.

Dependiendo del grado de interacciones o uniones entre las cadenas moleculares, el polímero tiene la posibilidad de tomar dos tipos de estructura; amorfa o cristalina, siendo posible la existencia de ambas en el mismo material termoplástico²². Aparte, los polímeros pueden ser amorfos en su totalidad, de la misma manera logran ser

¹⁹ (Garnica Anguas, y otros, 2004 pág. 6)

²⁰ (Hiriart, 2009)

²¹ (Tennis, y otros, 2004)

²² (Todo En Polímeros, 2016) párr. 2-4

semicristalinos o cristalinos, su estado dependerá en la manera que son cristalizados.

Para enfatizar en la estructura de los polímeros pretenden considerar dos niveles que son su estructura química y su estructura física que se diferencian en el comportamiento que le dan al material o producto.

La estructura química es la construcción de la molécula individual de los polímeros, donde se estudia su efecto de naturaleza de los átomos que componen la cadena principal y los sustituyentes de la misma, la adherencia entre monómeros, el peso molecular y su distribución, también el resultado de las ramificaciones o entrecruzamientos en la cadena principal. De la misma manera se da en las diferentes formas que pueden adoptar los que permutan en la cadena principal que tienen como condicionante notable en las propiedades de los polímeros²³.

Se basa en los tipos de átomos que presenta la cadena principal y complementarios, donde se determina las uniones entre monómeros durante su proceso de polimerización. También se enfoca en las propiedades que pueden presentar los polímeros que está en función a su peso molecular y su distribución, sin embargo, cuando en la compatibilización de los polímeros se tengan respuestas a las esperadas se adicionan monómeros químicamente diferentes para que se puedan entrelazar unos de otros, los cuales se los conocen como copolímeros, que participan para ver sus ramificaciones y entrecruzamiento determinando su configuración de cadena en su polimerización.

Según su tipo de átomos en la cadena principal y sustituyentes; las fuerzas responsables de la cohesión entre las cadenas diferentes son condicionadas por las características que pueden presentar los átomos y los sustituyentes dentro de la cadena principal del polímero, que de esta manera se verá afectada en sus propiedades como la flexibilidad del material, la T_g , T_m y su capacidad de cristalización.

²³ (BELTRÁN RICO, y otros, 2012 pág. 6)

Las uniones entre monómeros, es cuando en el proceso de polimerización por condensación los monómeros se enlazan unos con otros de la misma forma, caso contrario ocurre en la polimerización por adición, las cuales pueden ser formas de enlaces lábiles como la consecuencia de uniones cabeza-cabeza o cola-cola, en lugar de formar una unión normal de cabeza-cola, estas uniones pueden traer problemas de elasticidad térmica y ser generalmente menos estables.

Por su peso molecular y su distribución; estos influyen en las propiedades de los polímeros tales como en su resistencia mecánica, elasticidad, la T_g de los plásticos amorfos o en el caso de la T_m de fibras y materiales semicristalinos. En la tabla se muestra el estado de una serie de moléculas de alcanos de la misma estructura química, que al ser agregado cambia en su peso molecular, teniendo como estado físico a 20 °C.

Tabla 2. Efecto del tamaño de Molécula sobre su Estado de Agregación

Número de unidades -CH ₂ -CH ₂ -	Peso molecular	Estado fisico a 20 °C
1	30	gas
6	170	líquido
35	1000	grasa
430	>12000	resina

Fuente: Tecnología de Polímeros. M. Beltrán y A. Marcilla

La unidad de repetición es una molécula de etano que, al tener una sola repetición, tiene el peso molecular de 30 y presenta un estado gaseoso, ahora cuando se incrementa a 6 repeticiones de etanos, su peso molecular sube a 170, pasando de un estado gaseoso a líquido, de la misma manera que va aumentando su repetición de unidades de etenos llega a pasar en un estado de aceite, una cera y por consecuencia final en un estado sólido. Cuando el peso molecular llega a la magnitud de entre los 1000 y 5000, se forma el polietileno el cual es un estado de sólido céreo que al elevar su peso molecular a 10000, adquiere las propiedades de ser plástico.

Los denominados copolímeros, se presentan cuando están en proceso de polimerización, de otra manera, es cuando se usa dos o más monómeros de adición químicamente diferentes a su cadena principal y es a su resultado del polímero que se denomina copolímero. Es común ver como máximo dos o tres monómeros de adición diferentes, a continuación, la figura 2 se muestran cómo se clasifican según la consecuencia de adhesión de monómeros diferentes.

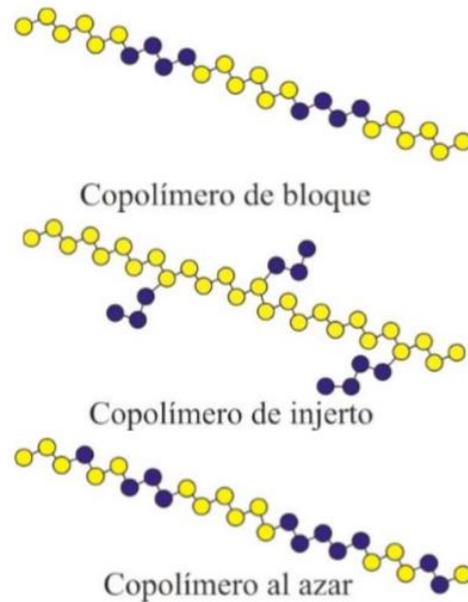


Figura 2. Tipos de copolímeros.

Fuente: Tecnología de Polímeros. M. Beltrán y A. Marcilla

Es una estructura compleja ya que al ser un copolímero y estar formado de monómeros diferentes, tienen cambios de propiedades finales en su polimerización.

Las ramificaciones y el entrecruzamiento; se pueden separar de cuatro maneras, en la figura 3, se muestran los estados que bajo ciertas condiciones pasaron por su polimerización. Teniendo en la figura 3.a los polímeros lineales sin ramificación, después nos encontramos con las ramificaciones cortas y largas en la figura 3.b. y c. y por último en la figura 3.d. encontramos a los polímeros entrecruzados.

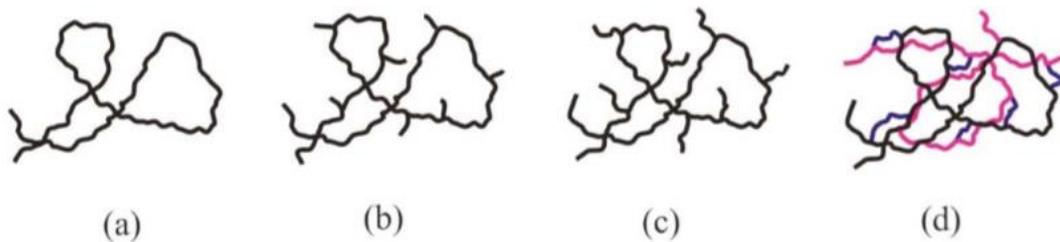


Figura 3. Polímero lineal sin ramificaciones (a), con ramificaciones cortas (b), con ramificaciones largas (c) y polímero entrecruzado (d).

Fuente: Tecnología de Polímeros. M. Beltrán y A. Marcilla

La configuración, es la cadena final que forma el polímero, también mencionada como comportamiento del material. En la configuración resultante se pueden definir en tres tipos de cadenas formadas; cuando el grupo de sustituyente queda al azar de arriba a abajo en la cadena principal se los denomina como atáctico, en cambio cuando los sustituyentes quedan por, encima o debajo de la cadena principal se los conoce con el nombre de isotáctico y, por último la configuración sindiotáctico que los grupos sustituyentes quedan alternados de manera que se pueden ver encima y debajo de la cadena principal del polímero.

La estructura física es la secuencia de las moléculas respectas de otras, entonces cuando se menciona a la estructura física de los polímeros trata básicamente de la orientación y cristalinidad, que de una u otra manera obedecen en una magnitud de gran escala a la estructura química y este a su vez condiciona el comportamiento del elemento mientras esté en el procesado y su tiempo de vida de servicio²⁴ en las que se defina su función una vez haber completado su polimerización.

Se pueden encontrar en su estado amorfo o cristalino, que indican las regiones ordenadas y/o desordenadas de los polímeros, es de esta manera que se tiene que conocer las temperaturas por la que pasan en su polimerización, quienes pueden explicar estos cambios en las propiedades de los polímeros son, la temperatura de transición vítrea y temperatura de fusión.

²⁴ (BELTRÁN RICO, y otros, 2012 pág. 6)

Por su estado amorfo y cristalino; son para identificar el ordenamiento de las regiones de los polímeros, que pueden ser tres según la figura 4, es amorfo cuando presenta características de desorden en su región, semicristalino cuando no son completamente desordenadas, presentando algún ordenamiento en su región y, por último tenemos a los cristalinos, que son de región ordenada; lo que determina la característica de su región es la cristalización del material, se menciona que ningún polímero llega a ser completamente cristalino, ya que es difícil por configurarlo.

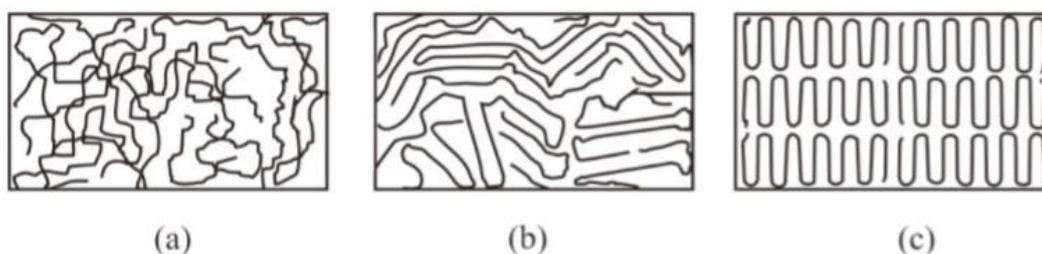


Figura 4. Sistema amorfo (a), semicristalino (b) y cristalino (c).

Fuente: Tecnología de Polímeros. M. Beltrán y A. Marcilla

Para que un polímero tenga la facilidad y la capacidad de cristalizar es necesario que en su estructura molecular no exista irregularidades, pero esto no quiere decir que los polímeros que tengan una estructura modificada no puedan ser capaces de cristalizar, todo lo contrario, es limitado, pero no evita que esto ocurra. Dentro de los polímeros con estructura irregular están los que fueron modificados en su cadena principal como los copolímeros que tengan monómeros de sustitución bastante diferentes, polímeros ramificados y atácticos.

Del cual una de las propiedades físicas que tiene será la densidad, el cual es una magnitud escalar referida a la masa que presenta un material sólido o en su estado líquido, es simbolizada con la letra griega rho (ρ), igual a la masa (m) por unidad de volumen (V). La unidad del Sistema Internacional para la densidad es, kilogramos por metro cúbico o por centímetro cúbico²⁵.

²⁵ (Mariano, 2011) párr. 2

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Si la masa de un cuerpo no es uniforme en su distribución, entonces la densidad puede ser relativa alrededor de un punto o unidad de volumen del material o líquido que se determine su densidad, alterando su densidad media.

Las propiedades térmicas, la “Thermal energy definition is the manifestation of energy in the form of heat”²⁶ también, “The internal energy of a thermodynamic system can be changed in two ways: by doing work on the system and by exchanging heat with the environment”²⁷ y a la energía que un material o cuerpo reciba o pierda en la transición de intercambio de calor en la atmósfera, se le conoce como calor o cantidad de calor.

Las propiedades térmicas que presentan los plásticos son tan importantes porque en relación a estas dependen las demás propiedades como las físicas y mecánicas. Se sabe que los polímeros tienen una conductividad térmica baja es por ello que cuando entra en una fase de calor y esta llega a tener una estructura cristalina, puede aumentar su conductividad térmica, esto también pasa en polímeros amorfos, pero a diferencia de los cristalinos, este aumenta su peso molecular. También estos son resistentes a temperaturas muy elevadas pero su punto de fusión de los polímeros es bajo a comparación de cerámicos, vidrios o metales.

DSC o Calorimetría diferencial de barrido se refiere en cuanto a una técnica de medición para encontrar datos calorimétricos mientras se esté haciendo el barrido, o también se puede decir que “La calorimetría diferencial de barrido, o DSC, es una técnica experimental dinámica que nos permite determinar la cantidad de calor que absorbe o libera una sustancia, cuando es mantenida a temperatura constante, durante un tiempo determinado, o cuando es calentada o enfriada a velocidad constante, en un determinado intervalo de temperaturas.”²⁸

²⁶ (Planas, 2020)

²⁷ (Planas, 2020)

²⁸ (Suriñach, y otros, 1992)

El DSC es un instrumento el cual ayuda a comprender cómo es el comportamiento de los polímeros, si son cristalinos o amorfos, y entre otras características como también las de transiciones el cual es de mucha facilidad y rapidez encontrar estas características.

La definición del TGA o Termogravimetría es el “Thermogravimetric Analysis is a technique in which the mass of a substance is monitored as a function of temperature or time as the sample specimen is subjected to a controlled temperature program in a controlled atmosphere.”²⁹

Cuando hablamos de TGA o termogravimetría, es cuando se detectan los cambios que presentan las muestras en relación con su masa. Para conocer estos cambios, se colocan las muestras en una atmósfera controlada de calor con velocidad constante o también se puede medir la variación que presenta la masa en función del tiempo a una temperatura fija.

La temperatura de transición vítrea “T_g” o transición vítreo-líquido “[...] es un intervalo corto de temperaturas en el cual los materiales plásticos, al enfriarse, pasan de ser flexibles a rígidos”³⁰. La transición está relacionada con la movilidad o libertad en segmentos de cadenas y con la disponibilidad de un cierto volumen libre para que dicho segmento se mueva o tenga grado de libertad.

La transición vítrea se comprende en el aumento de manera gradual en la viscosidad del material en rangos de temperaturas que los plásticos pueden resistir antes de destruirse en partículas de humo. Esta transición se da de manera inmiscible por sus altas temperatura que tiene que pasar de un estado sólido a líquido.

Cada plástico tiene su T_g diferente a los de su clase o tipo de polímero que se esté analizando, es un estado que perjudica al sintético porque se genera la rigidez de sus moléculas, las cuales pueden ser fracturadas si se aplica fuerzas externas en

²⁹ (Elmer, 2015)

³⁰ (ODIAN, 2004 págs. 29-33)

el material, pueden ser temperaturas bajas como altas medidas en un termómetro de alta precisión.

La temperatura de fusión “ T_m ” de un polímero, es se observa las regiones cristalinas de un elemento de polímero que llega a fundirse, entonces en la T_f o T_m las fuerzas intermoleculares que contienen el orden estructural de las cadenas son superadas porque este implica dar energía suficiente para que las cadenas tengan el grado de libertad total, la rigidez y las fuerzas intermoleculares son los estados que impiden que estén en movimiento, por lo general un polímero con una T_m alto también tendrá una T_g alta³¹ que dependerá del polímero que pase por estos estados.

La T_g puede ser de manera miscible o inmisible, todo dependerá de las temperaturas a las que se someta los polímeros para tener una fusión adecuada en entres sus cadenas moleculares. Mayormente los polímeros son de temperaturas de fusión inmiscibles.

El efecto de las fuerzas intermoleculares en la T_f se observa de una manera más fácil si se tienen polímeros de una misma familia que a su vez se nota las fuerzas secundarias similares³². Caso contrario ocurre con los que presentan familias adicionales, su T_g es bastante limitada en algunos polímeros, teniendo que sustituir monómeros para que tengan una adhesión adecuada de las moléculas que conforman su cadena principal.

La relación que tienen entre su cristalinidad y comportamiento durante el proceso; que todos los polímeros son distintos en la manera que pueden ser cristalizados, la cual tiene influencia en sus propiedades del material por el grado de cristalinidad que pueden alcanzar. La cristalización no es otra cosa que dar movilidad a sus moléculas que se encuentran en regiones amorfas, los cuales pueden ser de manera parcial o total. La diferencia que se encuentra en los polímeros cristalinos es qué, para que tengan sean cristales, tiene que pasar por su punto de fusión, lo

³¹ (ODIAN, 2004 págs. 29-33)

³² (Polyamides, 1982 págs. 342-346)

contrario ocurre con los polímeros amorfos que tiene que pasar por encima de la transición vítrea.

Cuando pasan por estos estados de sometimiento a la cristalinidad y están en la fase de enfriamiento, el polímero cristalino tiene un comportamiento de contracción mucho más porcentuado que al del amorfo, variando de 1.5 a 3% en los cristalinos y de 0.4 a 0.8% en los amorfos.

“Las propiedades mecánicas de los polímeros dependen, fundamentalmente, de su composición, estructura y condiciones de procesado [...]”³³. De la misma manera en su composición existen o influye la velocidad en que se aplica el esfuerzo y la temperatura a las que están expuestas.

Son de carácter viscoelástico y por esta razón no pueden extrapolarse cuando se les aplica esfuerzos a altas velocidades, de los cuales existen ensayos a corto y largo plazo. Para nuestra investigación se aplicarán ensayos a corto plazo, pero esto deberá analizarse a largo plazo, donde se estudia la deformación del material sometidos a esfuerzos constantes en función del tiempo.

En las propiedades mecánicas se aplican esfuerzos actuantes de la cual se centra sobre un área determinada al que se implementa, donde la unidad de medida es en Pa (Pascuales) N/m² (Newton por metro cuadrado) o en Psi (Libras por pulgadas al cuadrado) en sus siglas en inglés. La deformación unitaria no tiene posibilidades de obtener dimensiones de deformaciones y se determinan bajo las siguientes expresiones en pulg/pulg o en cm/cm³⁴. Dentro del estudio para la determinación de la resistencia a la tracción, elongación y flexión se estimará bajo la elaboración de ensayos los cuales son seguidos por normas.

La Resistencia a la Tracción es cuándo se aplican esfuerzos en la misma dirección al eje longitudinal de las muestras puestas a ensayar. Se presenta deformaciones o incluso la rotura que llega a sufrir esta muestra, y los esfuerzos de estiramiento a

³³ (BELTRÁN RICO, y otros, 2012 pág. 38)

³⁴ (3DCadPortal, 2020) párr. 2

los que se someten proporcionan información acerca de lo resistente que tiene el material³⁵, lo que nos incita a que el PoliPlasTher Road en su ramificación tiene las moléculas de manera separada para que puedan ser elongados una y otra vez.

La resistencia a la tracción, tenacidad o firmeza, en otras palabras, puede ser mención al máximo esfuerzo que un material puede resistir antes de llegar a su rotura por estiramiento desde ambos extremos con situaciones o circunstancias de temperatura, humedad y velocidad especificadas según la norma que permiten ensayar a estos plásticos.

El ensayo de tracción de un elemento se basa en someter a una probeta o lámina de plástico en el caso de polímeros sintéticos que estén normalizadas, a un esfuerzo axial de tracción paulatina, hasta que se produce el desgarro de la probeta o lámina. Este ensayo mide la oposición de un material a una fuerza estática o aplicada lentamente³⁶ en su eje longitudinal, según el proceso que dicte el tipo de norma que permite ensayar.

El esfuerzo de tracción está en la relación de la carga/área que se expresa en la unidad de Pa., en cuanto a su alargamiento es expresado en porcentaje. Lo que indica el ensayo a la tracción es el máximo esfuerzo que el material ensayo puede soportar a sus solicitudes de fuerzas sometidas, las cuales se presentan en curvas para conocer valores reales en los experimentos puestos a prueba.

Cuando los polímeros se presenten en tracción se deberá tomar en cuenta la temperatura en la que estas siendo sometidos, ya que esto puede interferir en su elongación y tener unos datos de ensayos mal elaborados, puesto que la resistencia a la tracción de estos es muy importante por la función que van a cumplir en la estructura del pavimento.

³⁵ (SLab, 2018) párr. 5

³⁶ (Mariano, 2011) párr. 3-4

La elongación es el “Incremento de la longitud de una probeta de ensayo producido por una tensión de carga”³⁷ la cual es aplicada hasta que se llegue antes de su rotura, pues en otras palabras se puede decir que es la extensión máxima de esfuerzo de tracción que se hace a un determinado cuerpo, que en este caso serán unas láminas de termoplásticos que se fusionaran en la investigación.

La resistencia a la elongación es cuando las láminas de polímeros experimentaran una tensión externa o es decir de una máquina al cual se someten a fuerzas de estiramiento hasta llegar al punto de rotura. Por lo tanto, la elongación es una relación de cambio de longitud final e inicial, hasta que esté presente grietas y finalmente llegue a su rotura.

La resistencia a la flexión es la capacidad que un material tiene la firmeza de soportar fuerzas aplicadas perpendicularmente a su eje longitudinal. Se entiende que este ensayo tiene el propósito de colocar una probeta en posición horizontal donde sus apoyos son en los extremos para luego aplicar esfuerzos de carga de manera vertical sobre la misma³⁸.

El módulo de rotura como también es conocido, lo cual es sometida a fuerza perpendicular a la barra ensayada, la aplicación de la fuerza es sometida en su centro del espécimen, la unidad es fuerza por área medida en Pa.

Los ensayos de flexión son utilizados principalmente para conocer la templanza de la rigidez en un material. Es casi tan habitual en elementos poliméricos firmes como el ensayo de tracción que lleva consigo las ventajas de simplificar el ensayo mecanizado de las probetas con la finalidad de evitar los problemas asociados al empleo de mordazas. Existen algunas limitaciones de las cuales se encuentran las principales limitaciones de imposibilidad de obtener información sobresaliente en materiales poliméricos blandos como son las espumas flexibles y los cauchos ya que presentan alta flexibilidad tendiendo a curvas muy rectas en la unidad de área que se aplique.

³⁷ (Ptrocuyo)

³⁸ (SLab, 2018) párr. 8

El parámetro más importante que se obtiene es el módulo de elasticidad que al momento de ensayar se ocupa en las cantidades de puntos de apoyo que llegan a ser varios tipos de ensayos de flexión y pueden desarrollar como el ensayo de: flexión en tres puntos, en cuatro puntos o incluso flexión de una viga en voladizo³⁹ dependerá de la función que va a cumplir el material.

La porosidad son los vacíos representados en una superficie, la palabra Poros proviene del latín “porus” el cual esta se interpreta como ‘agujero pequeño’⁴⁰.

La norma ACI 522R-10 determina que un pavimento es considerado poroso debido a que se encuentra dentro del rango de contenido vacíos el cual varía entre el 18% y 35%. Por lo tanto, cuando esto esté aplicado a un pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos; la porosidad determinará muchos cambios en sus propiedades mecánicas ya que sus modificaciones se evidenciaron en los ensayos una vez realizado la composición del producto PoliPlasTher Road.

También se puede decir que la porosidad presenta un contenido de vacíos, proveniente del latín “vacivus”, el vacío es la falta de contenido físico en un sólido. También el término puede utilizarse para referirse a la ausencia total de materia en un espacio o a la carencia de contenido en el interior⁴¹ de un volumen, cuyo significado puede ser analizado tanto desde un punto de vista completamente científico y empírico⁴².

El término contenido suele utilizarse para nombrar al producto que se encuentra en un envase, recipiente⁴³, probeta para términos de ingeniería o simplemente un testigo o muestra que contenga el material a ensayar en una unidad de volumen conocido.

³⁹ (Mariano, 2011)

⁴⁰ (Significados, 2016) párr. 1

⁴¹ (PÉREZ PORTO, y otros, 2013) párr. 1

⁴² (BEMBIBRE, 2010) párr. 1

⁴³ (PÉREZ PORTO, y otros, 2013) párr. 1

La permeabilidad es un concepto donde es controlada principalmente por la porosidad. Sin embargo, la permeabilidad no es un acto sencillo de la porosidad, pues es indispensable que los poros se hallen interconectados; entonces para los mismos rangos de porosidad, el plástico poroso puede poseer distintos valores de permeabilidad, de acuerdo al comportamiento de sus poros, si se interconectan en forma ininterrumpida o no⁴⁴, por eso se puede tener un apoyo de compatibilizar dentro de su estructura química, con los copolímeros.

Los pavimentos permeables están conformados en la familia que atiende criterios de sustentabilidad ambiental en la construcción de infraestructura vial o del transporte, por parte propia son relacionados con la conservación, el aprovechamiento y manejo de las aguas de lluvia⁴⁵ en zonas donde existe precipitaciones de gran magnitud y porque no, hacer un sistema de pavimento permeable para aguas negras como una respuesta inmediata ante posibles fallas en un buzón o tubería, permitiendo de esta manera que no se emana aires maliciosos para las personas aledañas al lugar.

Esto da lugar a la infiltración “[...] se refiere a la acción de introducir o infiltrar una sustancia líquida en el suelo, en los tejidos del cuerpo humano o en un objeto sólido”⁴⁶.

La infiltración del agua o cualquier otro líquido, tiene que ver con el ciclo hidrológico que presenta la ciudad en la que se esté estudiando, para ello hace referencia a la penetración del agua a través de las diversas capas permeables y así evitar posibles inundaciones⁴⁷ contrarrestando con los desastres naturales ocasionales y en caso de los líquidos, pueden ocurrir derrames en las vías, accidentes de vehículos de carga o cisterna que llevan un tipo de líquido, entonces a eso actúa la infiltración del PoliPlasTher Road.

⁴⁴ (Permeabilidad y Porosidad en Concreto, 2010 pág. 186)

⁴⁵ (Pavimentos permeables. Una aproximación convergente en la construcción de vialidades urbanas y en la preservación del recurso agua, 2017)

⁴⁶ (Significados, 2017) párr. 1

⁴⁷ (Significados, 2017) párr. 4

Tomando mención al ACI 522R-10 en lo cual determina que la velocidad de filtrarse un líquido en un pavimento poroso está en un rango de 81 a 730 litros por minuto sobre metro cuadrado.

III. METOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación de acuerdo a su fin es aplicada, porque se tiene como objetivo de estudio evaluar la propiedad física, térmicas y mecánicas del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos en la ciudad de Oxapampa por problemas que existen con los residuos plásticos en sus alrededores, calles y dentro de la biodiversidad y, también por las precipitaciones pluviales que son elevadas en la provincia por ser selva alta, aparte que estos problemas son comunes en varias ciudades de todo el mundo.

El tipo de investigación aplicada “[...] tiene firmes bases tanto de orden epistemológico como de orden histórico, al responder a los retos que demanda entender la compleja y cambiante realidad social [...]”⁴⁸, de esta manera puede aportar nuevos hechos de los cuales se confía en su descubrimiento por tener bases teóricas firmes en su comprensión.

Por lo cual es aplicada debido a que se realizó mediante procesos tales como la recolección de datos, delimitación de la muestra y su posterior experimentación para la corroboración de las hipótesis mediante informaciones internacionales y nacionales basadas en problemas similares, que también se integra de bases teóricas relacionadas con el problema el cual busca resolver necesidades de forma inmediata.

Enfoque de investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo ya que se predice la hipótesis y se corrobora mediante la experimentación que existe en la relación de variables, por esa razón se utilizó este enfoque en el trabajo de investigación, aparte que en las ciencias naturales se acostumbra a desarrollar el diseño cuantitativo porque se

⁴⁸ (La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica, 2009)

tienen objetivos de descubrir fenómenos e indicar si pueden ser aptos para su aplicación.

Los análisis cuantitativos dividen los documentos en segmentos para contestar al planteamiento del problema. Estos análisis se interpretan de las hipótesis y de la teoría⁴⁹. Lo que se busca dentro de “La investigación cuantitativa debe ser lo más “objetiva” posible. Los fenómenos que se observan y/o miden no deben ser afectados de ninguna forma por el investigador [...]”⁵⁰.

Por lo tanto, se reitera que la presente investigación tiene un enfoque cuantitativo ya que presenta dos variables y se necesitó la experiencia de ingenieros especialistas en tecnología de plásticos que hayan ensayado diferentes tipos de plásticos en los diferentes campos de la química, los cuales podrán definir en forma cuantitativa el trabajo de investigación.

Diseño de investigación

El diseño de investigación metodológico de esta investigación es experimental, porque se utilizaron cuatro tipos de termoplásticos para hacer diferentes mezclas con proporciones distintas de cada plástico con la finalidad de obtener la propiedad física, térmicas y mecánicas después de su consolidación para que forme la estructura del pavimento poroso prefabricado, sabiendo sus propiedades se podrá definir si es apto para que cumpla como función de formar una superficie de rodadura mediante una estructura prefabricada.

“La investigación experimental es cuando observas una problemática, luego formulas una interrogante, hay hipótesis, recolectas datos necesarios para llevar a cabo la investigación, experimentas y obtienes resultados producto de la experimentación y concluyes afirmando el cumplimiento de las hipótesis o negando las hipótesis”⁵¹.

⁴⁹ (Creswell, 2005)

⁵⁰ (Grinnell, y otros, 2015)

⁵¹ (Arias, 2012 pág. 34)

También se dice que es una investigación experimental porque existe relaciones de causa efecto entre las variables de los termoplásticos y el pavimento poroso prefabricado, por eso se considera una investigación experimental pura ya que no existe una metodología para diseños de mezclas en los plásticos, es por eso que se ensayaron con porcentajes de adición distintos de estos termoplásticos en una manera empírica hasta que se logre notar su consolidación y obtener el PoliPlasTher Road.

Nivel de investigación

El nivel de investigación es explicativo causal, porque las variables son usadas para determinar el ¿Por qué? puede ser favorable para sus propiedades físico-térmicas-mecánicas del pavimento poroso prefabricado hacerlo a base de termoplásticos, relacionados también con la respuesta en los ensayos una vez hecho la compatibilización de los plásticos y así poder tener como producto el PoliPlasTher Road.

“La investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto”⁵². Por tanto, los estudios explicativos tienen potestad de ocuparse para determinar las causas de una investigación.

Por ello, la presente tesis es de nivel explicativo-causal ya que se analizó mediante información como experimentación del ¿Por qué? los termoplásticos pueden servir para hacer estructuras de pavimentos, aparte hacerlo porosos para un drenaje pluvial y también hacerlos en un tipo de construcción prefabricado, sabiendo que su propiedad física, térmicas y mecánicas pueda cumplir con parámetros de diseño y parecer a de otros pavimentos, pero en relación no se tiene una metodología de diseño de pavimentos a base de plásticos, lo que se tendría que hacer de una manera empírica sus análisis en situ para obtener resultados mediante la observación.

⁵² (ARIAS, 2006 pág. 26)

3.2. Variables y operacionalización

La variable es una representación de la existencia establecida por el investigador que aporta de acuerdo con sus necesidades⁵³ que van de la mano con los conceptos que están en función de la hipótesis. Dentro de ellos existen:

La variable independiente tiene la capacidad de influir, incidir o afectar a otras variables, por lo que se caracteriza en suponer ser la causa del fenómeno estudiado, este es usado y llamado así en las investigaciones experimentales, por esto en este proyecto de investigación se determinó como la:

Variable Independiente: Termoplásticos.

La variable dependiente es la que presenta cambios por la manipulación de la V.I. por parte de la persona que experimenta con su investigación de los cuales se constituyen los efectos o consecuencias para dar origen o datos a los resultados. Es por eso que la:

Variable Dependiente: Pavimento Poroso Prefabricado.

La operacionalización es la evolución metodológica que consiste en analizar deductivamente las variables que componen el problema de nuestra investigación, iniciando desde lo más general a lo más específico; es decir que las variables se fraccionan si son admitidos como complejas, de modo que están divididas en dimensiones, áreas, aspectos, indicadores, índices, subíndices, ítems; mientras sí se percibe que son concretas, solo toman la postura de dividirse en indicadores, índices e ítems⁵⁴ de esta manera se puede visualizar en el Anexo 1 la matriz operacional y su complemento, en el Anexo 2 la matriz de consistencia.

⁵³ (Algunas consideraciones acerca de las variables en las investigaciones que se desarrollan en educación, 2016 pág. 142)

⁵⁴ (CARRASCO, 2009 pág. 226)

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

La población de este proyecto se trabajó con el propósito de estudio a un conjunto numeroso de objetos que se determinan de manera macro para ser objeto de estudio.

“La población puede ser definida como el conjunto finito o infinito de elementos, personas o cosas pertinentes a una investigación [...]”⁵⁵ de los cuales dentro del proyecto se mantendrá una población finita y accesible que tuvo 2 láminas de 60 x 60 cm de ancho y un espesor de 4 mm. por cada diseño de mezcla que es de autoría propia hacer su metodología para lograr la compatibilización de los termoplásticos y así constituir al producto que lo llamaremos PoliPlasTher Road. Como se hicieron 2 diseños de mezcla nuestra población fueron 4 láminas los cuales fueron especificados por el laboratorio y así fueron tomados para muestras según las normas ASTM.

Muestra:

La muestra de la investigación, “[...] es el medio a través del cual el investigador, selecciona las unidades representativas para obtener los datos [...]”⁵⁶, en este caso la muestra es igual a la población que fueron 4 láminas, lo que le hace ser un conjunto muy pequeño del cual se tiene total accesibilidad y, por lo tanto, no habrá muestreo dentro de la investigación.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

La técnica que se tomó en esta investigación es la observación científica, dentro de este existen “[...] varias modalidades: directa o indirecta, participante o no participante, estructurada o no estructurada, de campo o de laboratorio, e individual o de equipo”⁵⁷.

⁵⁵ (PALELLA STRACUZZI, y otros, 2012 pág. 105)

⁵⁶ (GOMEZ BASTAR, 2012 pág. 34)

⁵⁷ (PALELLA STRACUZZI, y otros, 2012 pág. 118)

Dentro de lo cual tomamos las modalidades; observación directa, porque investigamos en el hecho o fenómeno de manera personal; observación participante, porque nos incluimos en el hecho que estamos por tratar; observación estructurada, ya que nos definió los instrumentos; observación de laboratorio, es como propiamente dice su nombre, se hará en uno o más laboratorios y; la observación individual, por lo que solo trabajo mi persona para el desarrollo del trabajo de investigación

Instrumentos de recolección de datos

“Los instrumentos son los apoyos que se tienen para que las técnicas cumplan su propósito [...]”⁵⁸. Aquel que registra los datos que recopilamos a través de la observación científica que uno como verá verdaderamente los resultados, que mide uno con los conceptos o las variables que en la investigación se está teniendo. Los instrumentos que utilizaremos en esta investigación experimental serán los que se muestran en el Anexo 3.

Validez

Cuando se habla de validez, “[...] se refiere al grado en que un instrumento mide realmente, la variable que pretende medir”⁵⁹. Para que nuestra investigación tenga una validez sólida se usó la técnica del juicio de experto o face validity en una población impar, el cual trata de medir en forma cuantitativa los instrumentos que miden las variables de interés mediante un cuadro que se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Rangos de Valores de los Niveles de Validez

Valores	Niveles
91 - 100	Excelente
81 - 90	Muy bueno
71 - 80	Bueno
61 - 70	Regular
51 - 60	Malo

Fuente: Cabanillas Alvarado, Gualberto (2004)

⁵⁸ (BAENA PAZ, 2017 pág. 68)

⁵⁹ (HERNÁNDEZ SAMPIERI, y otros, 2014 pág. 200)

Confiabilidad de los instrumentos

“La confiabilidad es definida como la ausencia de error aleatorio en un instrumento de recolección de datos”⁶⁰. De la misma manera se puede decir que también es un instrumento de medición que hace referencia al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto produce resultados iguales y determinara un rango o nivel de validez que lo mediremos en la Tabla 4, según Hernández, donde define que los valores del resultado de tus instrumentos que serán puesto a revisión mediante la técnica de juicio de expertos y también será una confiabilidad las fichas técnicas de calibración de los equipos de ensayos del laboratorio.

Tabla 4. *Rango de Validez de Confiabilidad*

Rango	Validez
0.53 a menos	Nula
0.54 a 0.59	Baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy Válida
0.72 a 0.99	Excelente
1.00	Perfecta

Fuente: Hernández (1998)

3.5. Procedimientos

“Los procedimientos que deben seguirse, en el orden de las observaciones, experimentaciones, experiencia y razonamientos y la esfera de los objetos a los cuales se aplica”⁶¹. Como se observa en este proyecto de investigación desarrollamos muchos pasos para tener resultados esperados por los objetivos y suponiendo las hipótesis que se plantean, por eso este es el procedimiento que se optó en esta investigación para cumplir con las metas propuestas:

Primero obtener los plásticos de los cuales solo tomaremos la categoría de los termoplásticos, por lo tanto, solo cuadro de ellos, vienen a ser el PET, PE-HD, PE-LD y PP; las cuales se pueden apreciar en las figuras 5, 6, 7 y 8, siento estos comprados a una empresa que recicla plástico y lo procesan, en el caso del PET

⁶⁰ (PALELLA STRACUZZI, y otros, 2012 pág. 164)

⁶¹ (BAENA PAZ, 2017)

solo venden triturado, pero en los demás plásticos venden en pellets, a continuación, se muestran los 4 polímeros.

PET (Tereftalato de Polietileno)



Figura 5. Muestra de Plástico PET.

PE-LD (Polietileno de Baja Densidad)



Figura 7. Muestra de Plástico PE-LD.

PE-HD (Polietileno de Alta Densidad)



Figura 6. Muestra de Plástico PE-HD.

PP (Polipropileno)



Figura 8. Muestra de Plástico PP.

Una vez que se obtuvieron los plásticos se tuvo que fabricar un horno de las dimensiones de 80x80x80 cm como se observan en las figuras 9 y 10, para que allí

se puedan calentar los plásticos hasta que puedan alcanzar su temperatura de fusión mediante una temperatura adecuada, con un tiempo adecuado y controlado, el horno funciona mediante electricidad con dos resistencias, cada uno con una temperatura máxima aproximada de 300 °C.



Figura 9. Proceso de fabricación del interior del Horno.



Figura 10. Horno completo con una temperatura máxima de 400 C.

Luego se procedió con los diseños de mezcla de los plásticos el cual se puede apreciar en la tabla 5, donde se observa los porcentajes que se utilizó para la lámina 1 un kilo y después para la lámina dos, un kilo y medio de plástico, también se describe la temperatura aproximada al cual se fundieron las láminas con el tiempo controlado.

Tabla 5. Diseño de mezcla de muestra 1.

MUESTRA	LÁMINA	TERMOPLÁSTICO	PORCENTAJE	TARA (kg)	PESO PARA 1 (kg)	TARA+PESO (kg)	TEMPERATURA APROX.	TIEMPO (Hrs)
1	1	PET	15%	0.59	0.15	0.74	275	02:40
		PE-HD	25%		0.25	0.84		
		PE-LD	40%		0.40	0.99		
		PP	20%		0.20	0.79		
			100%		1	1.59		
					PESO PARA 1.5 (kg)	TARA+PESO (kg)		
	2	PET	15%	0.59	0.23	0.815	275	02:40
		PE-HD	25%		0.38	0.965		
		PE-LD	40%		0.60	1.19		
		PP	20%		0.30	0.89		
		100%		1.5	2.09			

En la tabla 6, de la misma forma que en la tabla 5, con la diferencia que las dos láminas se tuvieron que utilizar un kilo y medio de plástico.

Tabla 6. Diseño de mezcla de muestra 2.

MUESTRA	LÁMINA	TERMOPLÁSTICO	PORCENTAJE	TARA (kg)	PESO PARA 1.5 (kg)	TARA+PESO (kg)	TEMPERATURA APROX.	TIEMPO (Hrs)
2	1	PET	10%	0.59	0.15	0.74	290	03:45
		PE-HD	25%		0.375	0.965		
		PE-LD	50%		0.75	1.34		
		PP	15%		0.225	0.815		
			100%		1.5	2.09		
	2	PET	10%	0.59	0.15	0.740	290	03:45
		PE-HD	25%		0.375	0.965		
		PE-LD	50%		0.75	1.34		
		PP	15%		0.225	0.82		
			100%		1.5	2.09		

Una vez que se hizo el diseño de mezclas, se procedió a fundir el plástico como se muestra en la figura 11, para que se pudieran hacer láminas que se llevaron al laboratorio, las cuales tenían las dimensiones de 60x60 cm y 4 mm de espesor, como se muestra en la figura 12.



Figura 11. Diseño de mezcla de plástico puesta en el horno.



Figura 12. Lámina obtenida del horno.

3.6. Método de análisis de datos

El método de análisis de datos es la recopilación de datos propiamente dicho, que consiste en la técnica de observación y anotación o contener registros de los sucesos en los instrumentos que se han diseñado previamente o puesto a disposición por alguna empresa, laboratorio, norma, entre otros medios de relación con la investigación⁶². Entonces podemos decir que, si la recolección está hecha de manera apropiada, se puede tener una mala calidad del análisis que se realice, es por ello que depende de cómo se haga el proceso de recopilación para tener interpretaciones que pueden llegar a ser falsas o análisis erróneos de las situaciones que se plantee.

La recopilación de datos se realizó mediante la observación directa, por medio de ello nos permitió visualizar cada diseño de mezcla en el horno para que puedan ser ensayadas en el laboratorio y tomando los apuntes correspondiente y necesarios para poder hacer el análisis de nuestros resultados y contrastarlos con las hipótesis, por lo tanto, como investigador elegí el tipo metodológico de análisis de datos para ser procesados de manera que se asemejan a su realidad, es por ello que se analizó mediante el diseño cuantitativo, ya que de ello dependerá la veracidad de

⁶² (MONJE ÁLVAREZ, 2011 pág. 173)

los resultados mostrando la validez de los instrumentos y haciendo un análisis de confiabilidad.

3.7. Aspectos éticos

Como alumno pregrado de la carrera profesional de Ingeniería Civil, este trabajo se desarrolló de una manera responsable teniendo en cuenta la completa honestidad, honradez, respeto y dar la confianza de no haber copiado tesis o trabajos de investigación de otros investigadores, respetando sus aportes, todos los manuales e instrumentos que utilizaron en sus proyectos y dar certeza que los instrumentos de este trabajo de investigación y sus respectivas resoluciones serán fuente propia. De la misma manera que las matrices que son de autoría propia teniendo la validez de expertos para poder lograr el desarrollo de la tesis, siendo confiable todas las referencias que se adoptan como investigador.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis

Pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020

Ubicación política

La presente investigación se realizó en la ciudad de Oxapampa el cual pertenece al departamento de Pasco y en la provincia de Oxapampa.



Figura 13. Mapa político del Perú.

Fuente: Google imágenes.



Figura 14. Mapa político del Departamento de Pasco.

Fuente: Google imágenes.

Ubicación del proyecto

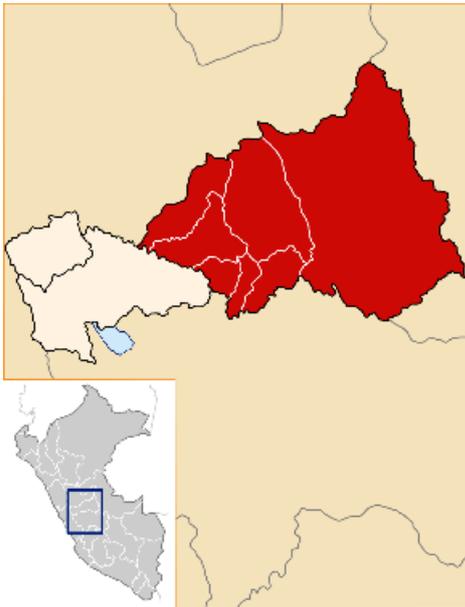


Figura 15. Mapa político de la Provincia de Oxapampa

Fuente: Google imágenes.



Figura 16. Mapa político de los Distritos de Oxapampa

Fuente: Google imágenes.

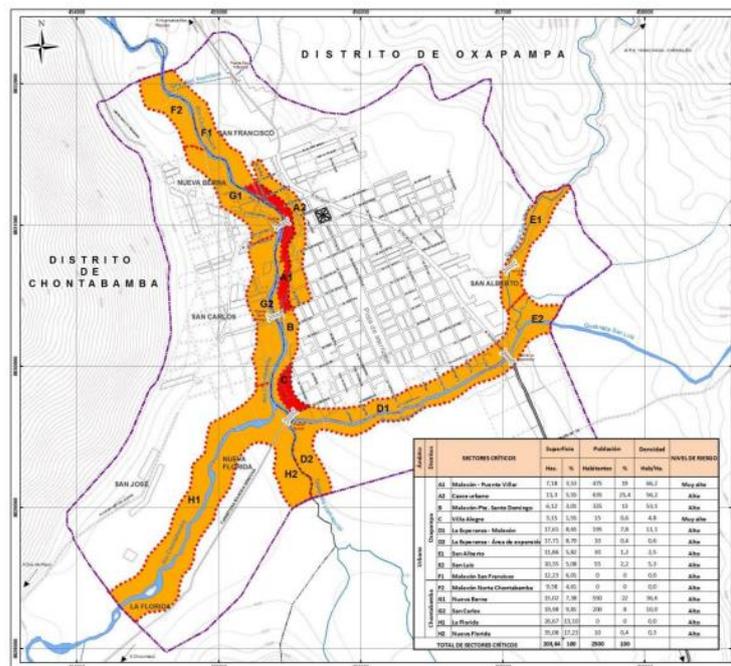


Figura 17. Mapa del Distrito de Oxapampa

Fuente: Google imágenes.

Límites

- Por el noroeste : Limita con el distrito de Huancabamba
- Por el noreste y este : Limita con los distritos de Palcazú y Villa Rica
- Por el sur : Limita con la provincia de Chanchamayo del departamento de Junín
- Por el oeste : Limita con el distrito de Chontabamba y la provincia de Junín del departamento de Junín.

Ubicación geográfica

La ciudad de Oxapampa se encuentra ubicada en el margen derecho del río Chorobamba y en la parte central y oriental del departamento de Pasco, entre las coordenadas Geográficas 10°35'25" de latitud sur y 75°23'55" de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

Clima

En Oxapampa, los veranos son cortos, calurosos, secos y mayormente nublados y los inviernos son largos, frescos y nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 13 °C a 24 °C y rara vez baja a menos de 11 °C o sube a más de 26 °C.

Objetivo específico 1: Establecer de qué manera los polímeros lineales determinan la propiedad física del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020.

Tabla 7. Resultados de densidad de muestras 1 y 2.

MUESTRA	TERMOPLÁSTICOS	PORCENTAJE	DENSIDAD
1	PET	15%	0.957
	PE-HD	25%	
	PE-LD	40%	
	PP	20%	
		100%	
2	PET	10%	0.941
	PE-HD	25%	
	PE-LD	50%	
	PP	15%	
		100%	

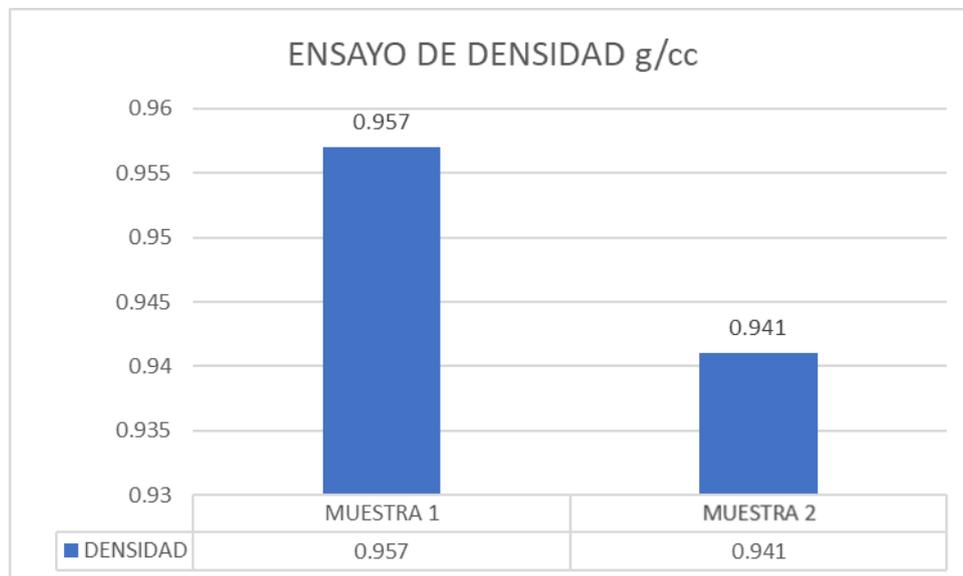


Figura 18. Valores de densidad respecto a la muestra 1 y 2.

Según la tabla 7 y figura 18, muestran resultados de la densidad de las muestras la cual en la primera contiene un 15% de PET, 25% de PE-HD, 40% de PE-LD y 20% de PP del cual obtuvimos una densidad de 0.957 g/cm³, en cuanto a la muestra dos donde se añadió un 10% más de PE-LD, con lo que su diseño de mezcla terminó siendo un 10% de PET, 25% de PE-HD, 50% de PE-LD y 15% de PP, donde se obtuvo una densidad a 0.941 g/cm³.

Objetivo específico 2: Establecer de qué manera los polímeros lineales determinan el comportamiento de las propiedades térmicas del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020.



Figura 19. Equipo de análisis térmico DSC - TGA

Fuente: Laboratorio SLab – Laboratorio de ensayo e investigación

Tabla 8. Resultados de ensayos térmicos de la muestra 1 y 2.

MUESTRA	TERMOPLÁSTICOS	PORCENTAJE	PESO DE PRUEBA	TEMPERATURA DE FUSIÓN		TEMPERATURA DE TRANSICIÓN VÍTREA	TGA - TERMOGRAVIMETRÍA	
				Tm Inicio	Tm Pico		TGA Inicio	TGA Final
1	PET	15%	38.799 mg	124 °C	137.9 °C	87 °C	350 °C - 400 °C	500 °C
	PE-HD	25%						
	PE-LD	40%						
	PP	20%						
		100%						
2	PET	10%	38.523 mg	106.4 °C	120 °C	85 °C	350 °C - 400 °C	500 °C
	PE-HD	25%						
	PE-LD	50%						
	PP	15%						
		100%						

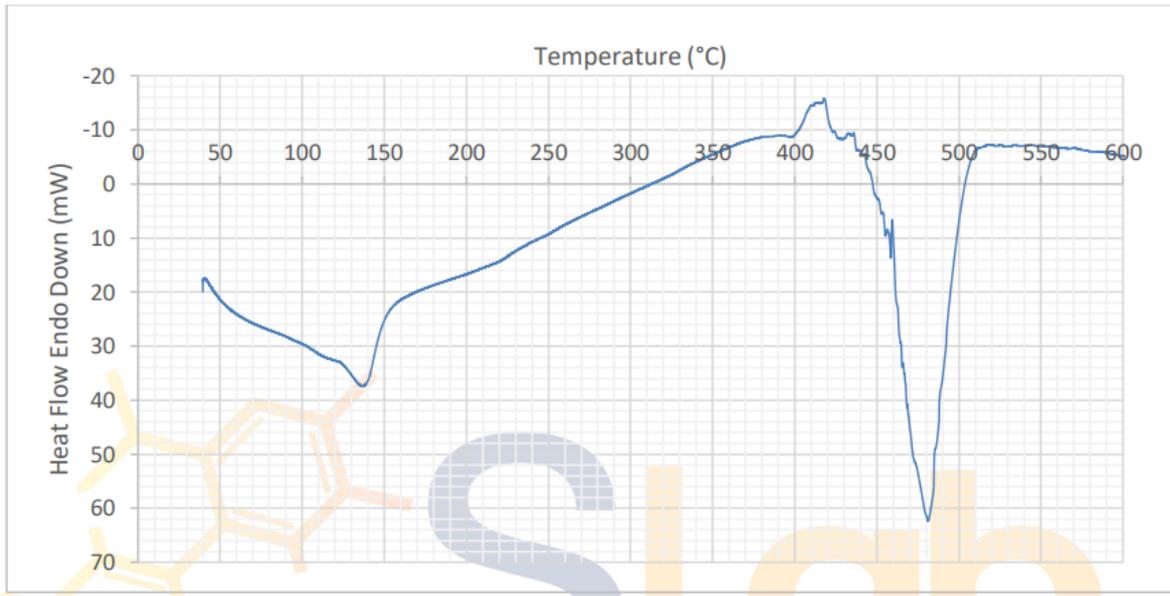


Figura 20. Termograma de DSC de la muestra 1.

Fuente: Laboratorio SLab – Laboratorio de ensayo e investigación.

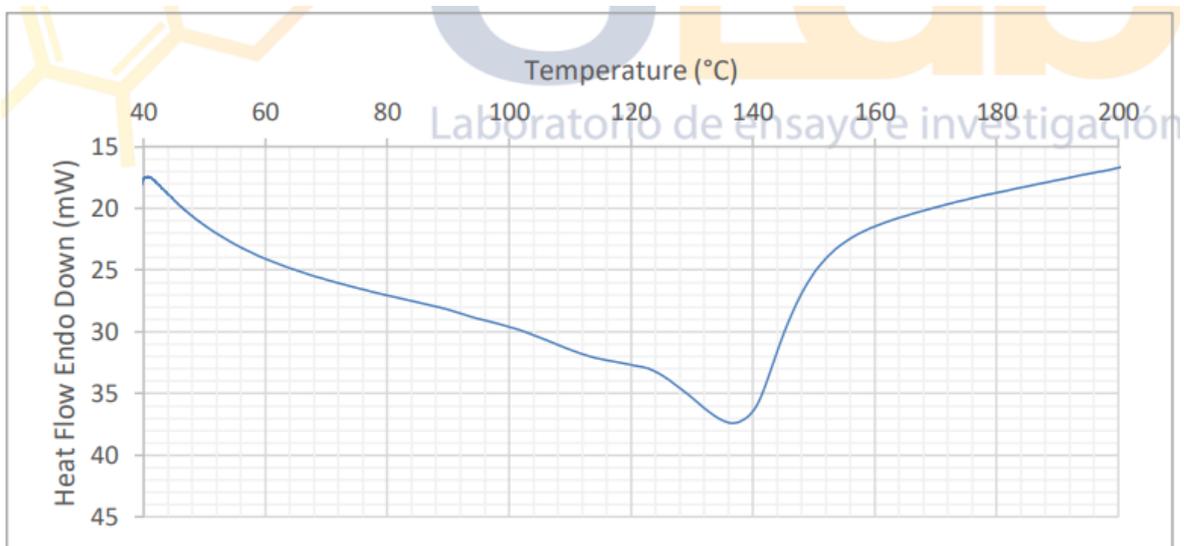


Figura 21. Ampliación de termograma de DSC de la muestra 1 en el punto de Tg y Tm.

Fuente: Laboratorio SLab – Laboratorio de ensayo e investigación.

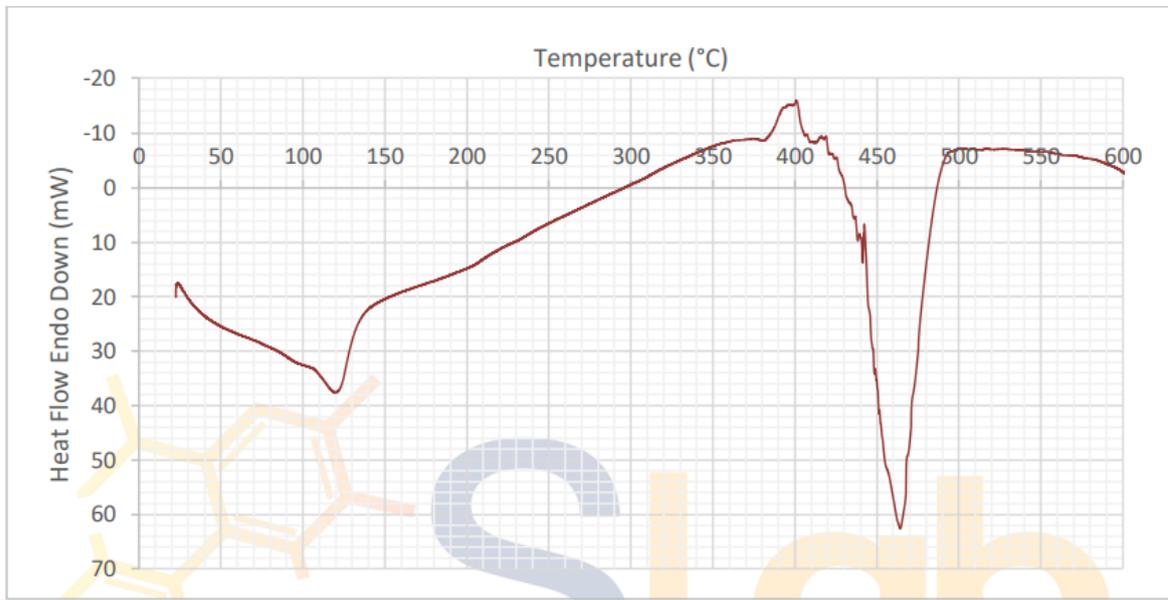


Figura 22. Termograma de DSC de la muestra 2.

Fuente: Laboratorio SLab – Laboratorio de ensayo e investigación.

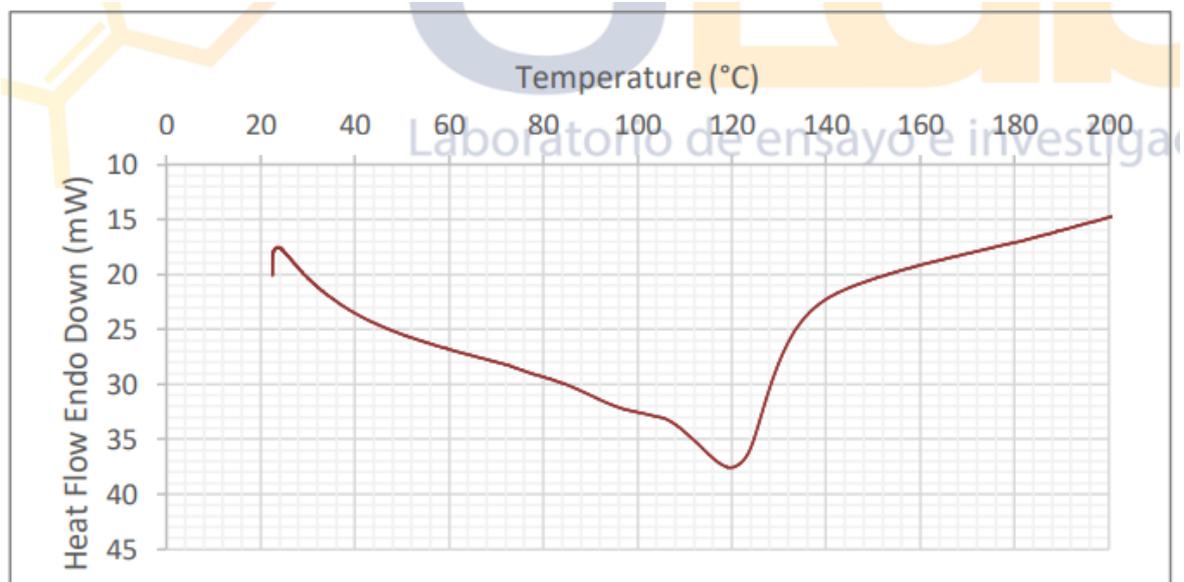


Figura 23. Ampliación de termograma de DSC de la muestra 2 en el punto de Tg y Tm.

Fuente: Laboratorio SLab – Laboratorio de ensayo e investigación.

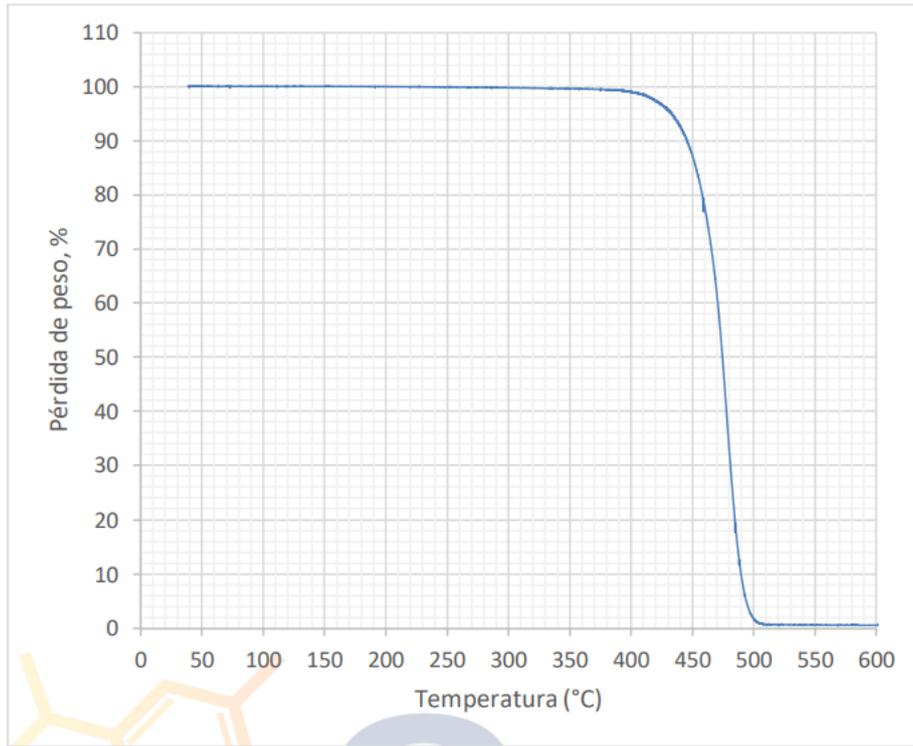


Figura 24. Diagrama TGA de la muestra 1.

Fuente: Laboratorio SLab – Laboratorio de ensayo e investigación.

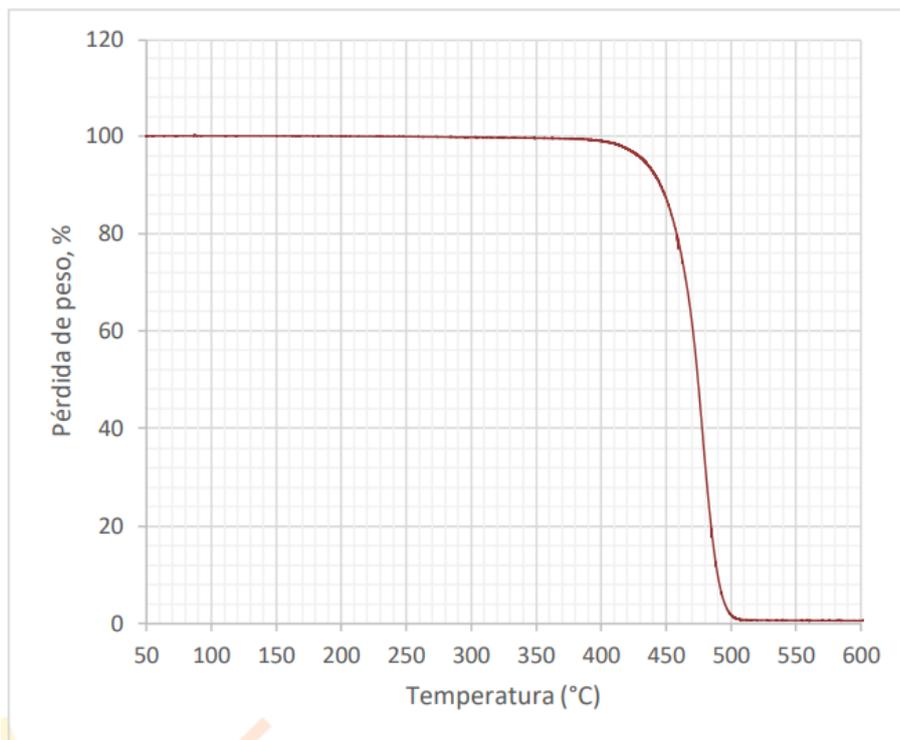


Figura 25. Diagrama TGA de la muestra 2.

Fuente: Laboratorio SLab – Laboratorio de ensayo e investigación.

En la tabla 8 y en las figuras 20, 21, 22, 23, 24 y 25, se obtuvieron resultados de las propiedades térmicas por lo que en la muestra 1 se evaluó con un peso de prueba de 38.799 mg y se llegaron a los resultados que a partir de la curva DSC se observó que la temperatura de fusión es de 137.9 °C con un punto de fusión de inicio aproximadamente a los 124 °C, pues su transición vítrea comenzó a observarse alrededor de los 87 °C y la curva TGA mostró una variación porcentual de masas de la muestra en función de la temperatura, el cual inició en el rango de 350 – 400 °C, completándose hasta 0.00% de pérdida de peso en los 500 °C. En cambio, en la muestra 2 se evaluó con un peso de prueba de 38.523 mg y se llegaron a los resultados a partir de la curva DSC la temperatura de fusión es de 120 °C con un punto de fusión de inicio aproximadamente a los 106.4 °C, mostrando una transición vítrea que comenzó a perder su forma sólida a alrededor de los 85 °C y la curva TGA mostró un rango de 350 – 400 °C, completándose hasta 0.00% de pérdida de peso en los 500 °C.

Objetivo específico 3: Demostrar la influencia de los polímeros lineales en la determinación de las propiedades mecánicas en su estructura del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020.



Figura 26. Equipo de tracción universal.

Fuente: Laboratorio SLab – Laboratorio de ensayo e investigación.

Tabla 9. Ensayo de resistencia a la tracción y elongación de la muestra 1 y 2.

MUESTRA	TERMOPLÁSTICOS	PORCENTAJE	FUERZA MÁXIMA N	ESFUERZO MPa	ELONGACIÓN %
1	PET	15%	487.4	6.38	2.19
	PE-HD	25%			
	PE-LD	40%			
	PP	20%			
		100%			
2	PET	10%	631.524	7.8	3.86
	PE-HD	25%			
	PE-LD	50%			
	PP	15%			
		100%			

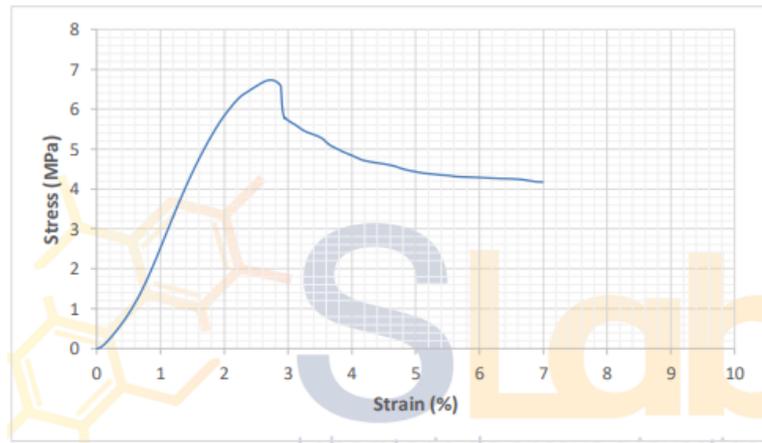


Figura 27. Gráfico esfuerzo MPa y elongación % de la muestra 1.
Fuente: Laboratorio SLab – Laboratorio de ensayo e investigación.

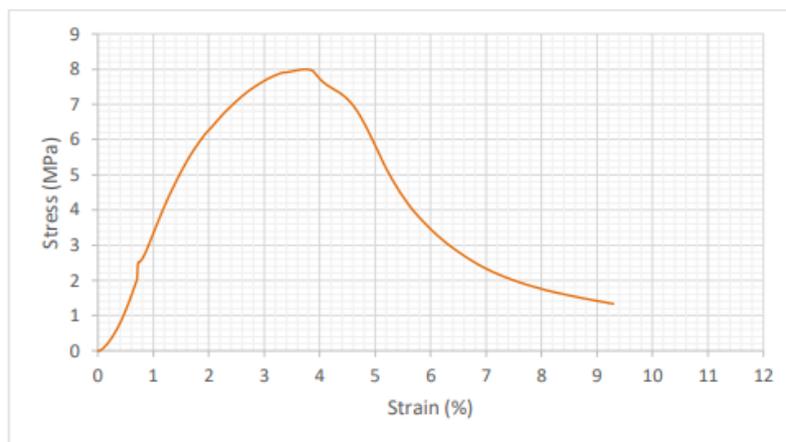


Figura 28. Gráfico esfuerzo MPa y elongación % de la muestra 2.
Fuente: Laboratorio SLab – Laboratorio de ensayo e investigación.

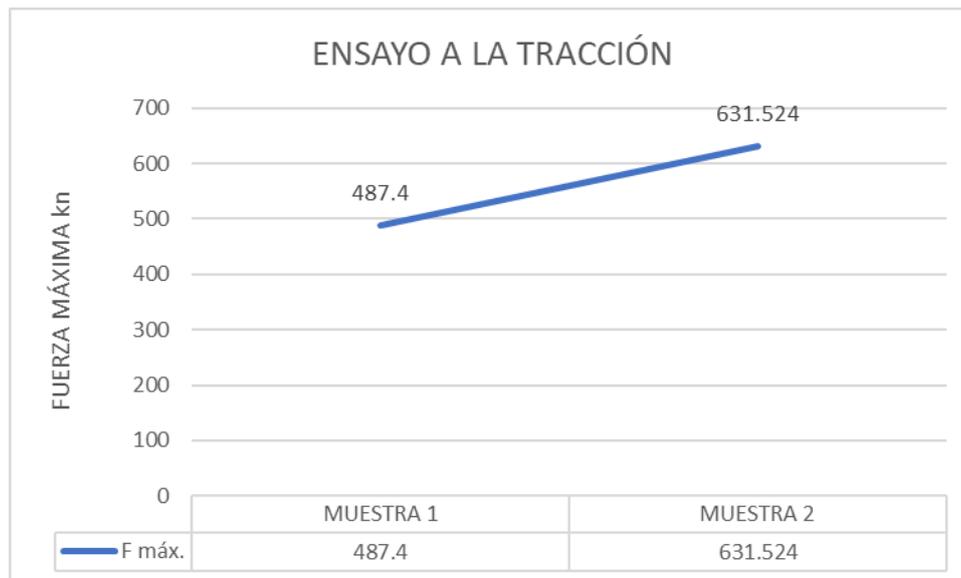


Figura 29. Comparativa del ensayo de la tracción de la muestra 1 y 2.

Según la tabla 9, se muestran los resultados del ensayo a la tracción y elongación de las dos muestras analizadas, como se puede apreciar en la muestra 1 con el diseño de mezcla que están por porcentajes y se observa en la tabla, tuvo como resultado una fuerza máxima de 487.4 N, con esfuerzo de 6.38 MPa y una elongación de 2.19%. lo cual en la muestra dos se hizo otro tipo de diseño de mezcla con lo que se obtuvo como $F_{máx.}$ de 631.524 N, σ de 7.8 MPa y elongación de 3.86 por ciento, por lo tanto, se muestra una pendiente decreciente en fuerza en la figura 29. En cuanto a la figura 27 muestra el gráfico de esfuerzo del diseño de mezclas 1, se logra apreciar que tiene un comportamiento elástico hasta un esfuerzo de casi 7 MPa con porcentaje de más del 2% y luego entrando a su zona plástica hasta llegar a la rotura en una elongación del 7%, en cambio en la muestra 2 se puede apreciar en la figura 28 se tienen mejores resultados en cuanto al esfuerzo mejorando su zona elástica hasta un casi 4% de su elongación y 8 MPa, pues su punto de ruptura pasó los 9% de su elongación.

Tabla 10. *Ensayo de resistencia a la flexión de la muestra 1 y 2.*

MUESTRA	TERMOPLÁSTICOS	PORCENTAJE	ESFUERZO MPa
1	PET	15%	7.53
	PE-HD	25%	
	PE-LD	40%	
	PP	20%	
		100%	
2	PET	10%	8.33
	PE-HD	25%	
	PE-LD	50%	
	PP	15%	
		100%	

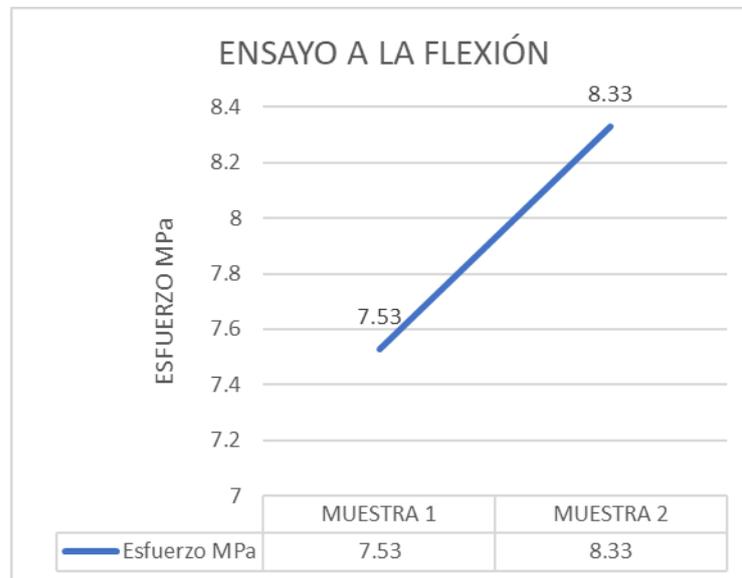


Figura 30. Comparativa del ensayo a la flexión de la muestra 1 y 2.

En la tabla 10 se muestran el ensayo de resistencia a la flexión en los dos tipos de diseños de mezclas por lo cual para la muestra uno se tuvo como resultado un esfuerzo de 7.53 Mega Pascales, y en la muestra dos se tiene mejores resultados donde se llegó a un esfuerzo de 8.33 MPa. En la figura 30 se observa que hay una variación de esfuerzo de la muestra 1 y 2, pues se tiene una pendiente de crecimiento en cuanto a esfuerzo.

Objetivo específico 4: Evaluar de qué manera los polímeros lineales determinan la porosidad en su estructura del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020.

Tabla 11. *Ensayo de permeabilidad de la muestra 1 y 2.*

MUESTRA	TERMOPLÁSTICOS	PORCENTAJE	PROBETA	ÁREA DE PRUEBA, CM2	TIEMPO DE PRUEBA, HORAS	PERMEABILIDAD L/M2/DÍA
1	PET	15%	1	25	24	< 0.5
	PE-HD	25%	2	25	24	< 0.5
	PE-LD	40%	3	25	24	< 0.5
	PP	20%				
		100%				
2	PET	10%	1	25	24	< 0.5
	PE-HD	25%	2	25	24	< 0.5
	PE-LD	50%	3	25	24	< 0.5
	PP	15%				
		100%				

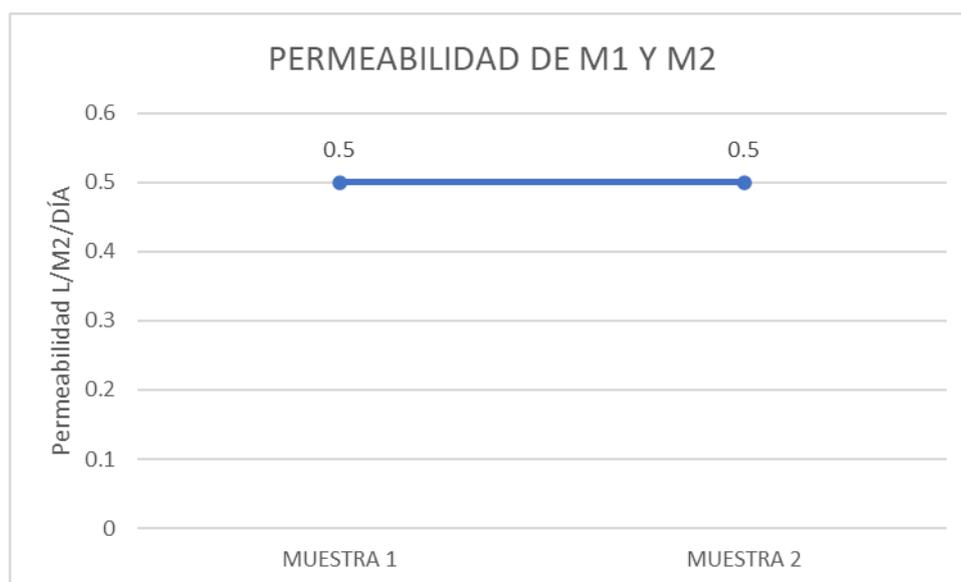


Figura 31. Línea de permeabilidad de la muestra 1 y 2.

Según la tabla 11 y la imagen 31, muestran los resultados del ensayo de permeabilidad en la muestra 1, donde se pasó por un proceso de prueba de 24 horas y se obtuvo una permeabilidad menor a 0.5 litros/metros cuadrados/día, esto se hizo en tres probetas, el mismo caso pasó en la muestra dos donde también se pasó por el mismo proceso y se puede observar los resultados que ambas muestras presentan la misma permeabilidad.

V. DISCUSIÓN

Objetivo específico 1: Establecer de qué manera los polímeros lineales determinan la propiedad física del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020.

Cuando definimos los objetivos buscamos establecer la propiedad física del pavimento poroso prefabricado el cual iba a ser dependiente del diseño de mezcla que se haga y las muestras que se analicen en el laboratorio, pues se logró hacer dos diseños de mezcla para poder determinar una de las propiedades físicas que tiene el producto, el cual es la densidad donde se logró llegar a resultados esperados del peso molecular que no varié a los que se tiene ya establecidos. Como se pudo observar en la primera muestra se tiene una densidad mayor, ya que este diseño de mezcla se añadió menos polietileno de baja densidad, por ello en la siguiente muestra se añadió más PE-LD, tratando de reducir la densidad del producto para que este puede tener menor peso a la hora de ser traslado. En relación con Roll (2018) donde el indica que el plástico debe estar fundido en el suelo para pavimentar las vías, también indica se debe utilizar aditivos para poder hacer una mezcla de diseño en plásticos, entonces con esto queda demostrado que la fusión de estos cuadro termoplásticos como el PET, PE-HD, PE-LD y PP, si se pueden llegar a fundirse y obtener las mismas propiedades de densidad el cual es más baja que la del agua y esto ayuda a que se puedan elaborar productos prefabricados los cuales puedan ser transportados e instalados con facilidad, en nuestro caso el producto PoliPlasTher Road, tendrá la propiedad de ser ligera al momento de ser prefabricado, dando así confiabilidad de poder hacer un traslado más óptimo y con más capacidad de productos en un flete.

Objetivo específico 2: Establecer de qué manera los polímeros lineales determinan el comportamiento de las propiedades térmicas del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020.

Se estableció que las propiedades térmicas de los polímeros fusionados presentan características similares en cuanto a la temperatura que pueden ser usados, así

como Camós (2015) nos dice que en Holanda la empresa VolkerWssels junto con PlasticRoad han podido encontrar una forma de mezclar plásticos de botellas para poder ser moldeados en pavimentos y estos ser una forma de prefabricado en su construcción, por ello sostienen que su pavimento puede llegar a ser utilizado a + 80 °C de temperatura, puesto que en nuestros ensayos se han llegado en la primera muestra a 87 °C y en la segunda a 85 °C, lo que quiere decir es que si es viable fusionar estos cuatro plásticos ya que cada uno aporta diferentes propiedades térmicas, teniendo buenos resultados en los ensayos de Calorimetría diferencial de barrido con temperaturas de fusión de 137.9 °C para la muestra 1 y en cambio para la muestra dos disminuye un poco en 120 °C ya que este tiene un diseño de mezcla distinto al primero, conteniendo un porcentaje más de polietileno de baja densidad el cual se ve que ha determinado este cambio brusco de calor en el ensayo. En cuanto a la termogravimetría se analizó que las dos muestras tienen la misma característica que empieza a perder su peso entre los rangos de 350 – 400 °C, completando hasta 0.00% de pérdida de peso en los 500 °C, por lo tanto, este análisis no está en función a la adición del polietileno de baja densidad. Teniendo este antecedente y los resultados térmicos del material en la presente investigación, estoy de acuerdo con que un pavimento puede ser netamente de plásticos reciclados, pero no solo de plásticos de botellas sino de estos cuatro plásticos como el tereftalato de polietileno, polietileno de alta densidad, polietileno de baja densidad y polipropileno que son unos termoplásticos que tienen la propiedad de poder ser reutilizados, entonces se tiene una mejor reducción de contaminación de plásticos en el mundo y poder recolectar en cantidad.

Objetivo específico 3: Demostrar la influencia de los polímeros lineales en la determinación de las propiedades mecánicas en su estructura del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020.

Para Sihama, Abdulkhaliq y Alyaa (2013), tuvo como objetivo analizar las propiedades mecánicas de las mezclas HDPE con PP y LDPE con PP llegando a resultados en cuanto al ensayo de tracción, analizando el polipropileno puro presentó mejor propiedad mecánica en cuanto a los demás tipos de mezclas de

polímeros, se pudo observar que el HDPE y LDPE mostraron un comportamiento elástico, de tal manera resultó tener una menor resistencia a la tracción y mayor alargamiento que a comparación del PP puro. En cuanto a la mezcla de proporción 20% HDPE: 80% PP y 20% LDPE: 80%PP, nos afirma que podría soportar una carga de 846.9 N y 726.8N con una extensión de 3.94 mm y 4.07 mm respectivos a su mezcla, en nuestra investigación obtuvimos datos de las dos muestras donde se añadieron diferentes porcentajes de plásticos de los cuales como mejor resultado tenemos en el tipo de diseño de mezcla dos donde se usó 10% PET, 25% PE-HD, 50% PE-LD y 15% PP, fuerza máxima de 631.524 N, con esfuerzo de 7.8 MPa y una elongación de 3.86%, de tal manera que en la investigación de Sihama, Abdulkhaliq y Alyaa se obtuvieron mejores resultados en cuanto a la tracción, en el ensayo de flexión ellos tuvieron resultados que la mezcla de HDPE: PP es mucho mejor que la mezcla de LDPE: PP, pues existe una mejor compatibilización de polímeros de PP y HDPE, en cuanto a la investigación se obtuvieron resultados de que la mejor compatibilización de polímeros es de la muestra 2 llegando a un 8.33 MPa en el esfuerzo a la flexión, dentro de su conclusión ellos afirman que la relación 20:80 de HDPE: PP y LDPE: PP es un diseño de mezcla que se esperaba soporte cargas elevadas en comparación a otras proporciones, por eso queda demostrado que las mezclas de 20 HDPE: 80 PP y 20 LDPE: 80 PP, son completamente incompatibles. En esta parte no estoy de acuerdo con los autores, ya que existen diferentes métodos de adición de plásticos en mezclas, y se pueden usar otros tipos de plásticos para mejorar las propiedades en las cuales no se llegó a lo esperado, en la investigación no se pudo llegar a unos mejores resultados ya que al ser plásticos reciclados, tienden a disminuir sus propiedades.

Objetivo específico 4: Evaluar de qué manera los polímeros lineales determinan la porosidad en su estructura del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020.

Para Flores y Pacompia (2015), analizo las propiedades de la permeabilidad en el concreto, añadiendo polipropileno en tiras el cual en algunos casos incrementan sus propiedades mecánicas, pero no incrementa su coeficiente de permeabilidad, por lo cual estoy de acuerdo en el ensayo de la permeabilidad, ya que los plásticos

no presentan la propiedad de ser permeables. En el blog de Amarillo, Verde y Azul (2020) nos informa que el profesor Naji Khouri, asistente de ingeniería civil y ambiental de la Universidad de Temple en Filadelfia hizo la mezcla de PET con tierra para crear un nuevo asfalto del cual tuvo como resultado que se compacta similar al cemento pero es más permeable y poroso, donde puso como nombre a su producto Plastisoil, en esta investigación se pudo llegar a la permeabilidad y hacerlo poroso, para lo cual en nuestra investigación el plástico en si no presenta permeabilidad ya que esta fusionada a través de compresión y esto hacer que sea homogéneo en todo su área, pero se puede hacer un molde donde se añade un 11% de vacío y con esto se hace permeable en una parte de la estructura del pavimento donde no van las vigas de apoyo para resistir el peso de los vehículos, ya que si hubiera permeabilidad en toda su estructura este no ayudaría a contener agua en su interior y así poder escurrirlo hasta una alcantarilla

VI. CONCLUSIONES

Primero: Se concluyó que la primera muestra que contiene un 15% de PET, 25% de PE-HD, 40% de PE-LD y 20% de PP donde su densidad es 0.957 g/cm^3 , y la muestra dos donde se añadió un 10% más de PE-LD, con lo que su diseño de mezcla terminó siendo un 10% de PET, 25% de PE-HD, 50% de PE-LD y 15% de PP, se pudo obtener una densidad menor a 0.941 g/cm^3 , entonces notamos que al añadir polietileno de baja densidad ayuda y favorece tener menos peso en el pavimento poroso prefabricado.

Segundo: Se tiene como conclusión de las propiedades térmicas en la muestra 1 que la temperatura de fusión es de $137.9 \text{ }^\circ\text{C}$ con un punto de fusión de inicio aproximadamente a los $124 \text{ }^\circ\text{C}$, pues su transición vítrea comenzó a observarse alrededor de los $87 \text{ }^\circ\text{C}$ y en la muestra 2 la temperatura de fusión es de $120 \text{ }^\circ\text{C}$ con un punto de fusión de inicio aproximadamente a los $106.4 \text{ }^\circ\text{C}$ valores mucho menores a la primer muestra, mostrando una transición vítrea que comenzó a perder su forma sólida a alrededor de los $85 \text{ }^\circ\text{C}$, pues de esto se concluye que al aumentar el porcentaje de PE-LD se ha producido cambios notables en sus propiedades térmicas siendo la primera muestra el que tiene un mejor resistencia al calor por lo tanto afirmó que el producto de PoliPlasTher Road podrá llegar a una temperatura máxima de $85 \text{ }^\circ\text{C}$ y tiene un proceso endotérmico, de tal manera es la segunda muestra que se optaría para poder hacer la estructura del pavimento. También ambas muestras presentan en su curva TGA un rango de $350 - 400 \text{ }^\circ\text{C}$, completándose hasta 0.00% de pérdida de peso en los $500 \text{ }^\circ\text{C}$.

Tercero: En conclusión, con las propiedades mecánicas que se pudo analizar, tenemos como primer resultado del ensayo de tracción y elongación de la muestra 1 una fuerza máxima de 487.4 kN , con un esfuerzo de 6.38 MPa y una elongación de 2.19% y en el ensayo de flexión se llegó a un esfuerzo de 7.53 MPa , para lo cual en la muestra dos se logró apreciar que las propiedades mecánicas mejoran con los resultados siguiente: como fuerza máxima de 631.524 kN , con un esfuerzo de 7.8 MPa y una elongación de 3.86% y en la flexión un esfuerzo de 8.33 MPa , entonces se concluye que el diseño de mezcla dos tuvo mejores resultados para

poder ser elegido en la fabricación de la estructura del PoliPlasTher Road, ya que en el diseño de mezcla se añadió más polietileno de baja densidad para dar mejores propiedades de elasticidad, pero sin reducir el polietileno de alta densidad, ya que este aporta propiedades de rigidez y durabilidad.

Cuarto: En cuanto a la permeabilidad se tuvo como conclusión que la muestra 1 y 2 tienen las mismas características de permeabilidad, teniendo un resultado de menos del 0.5 litros/metros cuadrados/día y esto se entiende que los polímeros no presentan porosidad en su estructura, entonces las muestras no presentan porosidad lo cual no será permeable con solo fundir los cuatro plásticos.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que se hagan más diseños de mezclas con ensayos de propiedades mecánicas en primer lugar para poder determinar si es viable o no seguir investigando las demás propiedades que puedan tener, ya que un punto de partida en cuanto a analizar sus esfuerzos máximos y deformaciones que puedan tener para determinar si es compatible o no su proporción.
2. En cuanto a la investigación se recomienda hacer láminas de 60x60 cm de ancho y 4 mm. de espesor, el cual te pide el laboratorio para que se puedan ensayar, con contenido de vacíos para que tenga la propiedad de ser poroso y así poder obtener la propiedad de ser permeable y a la vez rugosidad para que no sea completamente liso.
3. Algunas propiedades mejoraron cuando se añadió 10% más de polietileno de baja densidad, pero esta vez recomiendo hacer un diseño de mezcla donde se añada un porcentaje más de polietileno de alta densidad con el polipropileno y solo una pequeña proporción de tereftalato de polietileno.
4. Se recomienda hacer láminas por el método de inyección ya que pueden tener una mejor compatibilización en cuanto a su fusión y tal vez quitar más porcentaje de polietileno de alta densidad ya que es más difícil que fundir y los demás plásticos están perdiendo propiedades en cuanto va aumentando la temperatura.
5. Se recomienda seguir esta investigación para buscar otros tipos de diseños de mezcla utilizando tal vez copolímeros de adición para que mejoren sus enlaces de compatibilización para obtener mejores propiedades y también buscar rugosidad en una muestra para que pueda ser parte de la estructura del pavimento para que este pueda ir en partes de la capa de rodadura.
6. Se recomienda calibrar los equipos empíricamente contruidos y así poder tener una mejor validación en cuanto a los resultados de temperatura en el caso del horno y también hacer un molde estableciendo la estructura del pavimento para poder

hacer ensayos cíclicos, los que más se asemejan a resultados de pavimentos, pues ya se demostró que los 4 termoplásticos si pueden fusionarse y poder seguir mejorando sus propiedades.

7. Se recomienda fundir el plástico en una cocina a gas, utilizando una sartén o olla y luego ser llevado al molde o caso contrario hacer un molde el cual permita que el calor alcance todos los lados de la estructura del pavimento.

REFERENCIAS

- 3DCadPortal. 2020. *3dcadportal.com*. [En línea] Terminología 3D, 2020. [Citado el: 25 de Mayo de 2020.] <http://www.3dcadportal.com/esfuerzo-y-deformacion.html>.
- Algunas consideraciones acerca de las variables en las investigaciones que se desarrollan en educación*. CARBALLO BARCOS, Miriam y GUELMES VALDÉS, Esperanza Lucía. 2016. 1, Villa Clara : Universidad y Sociedad, 2016, Vol. 8. 22183620.
- AMARILLO, VERDE Y AZUL. 2020. *amarilloverdeyazul.com*. [En línea] Contenedor Amarillo, 13 de Febrero de 2020. [Citado el: 29 de Abril de 2020.] <https://www.amarilloverdeyazul.com/plastisoil-el-novedoso-pavimento-fabricado-con-plastico-pet-procedente-de-botellas/>.
- arapack. 2018. *arapack.com*. [En línea] 31 de Enero de 2018. [Citado el: 25 de Mayo de 2020.] <https://www.arapack.com/faq/que-es-el-pet/>.
- ARIAS. 2006. *Mitos y errores en la elaboración de tesis & proyectos de investigación*. Caracas, Venezuela : Editorial Episteme, 2006. 980-07-4881-4.
- Arias, Fidas G. 2012. *El proyecto de investigación Introducción a la metodología científica*. Caracas : Editorial Episteme, 2012. 9800785299.
- BAENA PAZ, Guillermina. 2017. *Metodología de la investigación*. México : Grupo Editorial Patria, 2017. 9786077447481.
- BELTRÁN RICO, Maribel y MARCILLA GOMIS, Antonio. 2012. *Tecnología de polímeros - Procesado y propiedades*. 1. Alicante : Publicaciones Universidad de Alicante, 2012. pág. 276. 9788497172325.
- BEMBIBRE, Cecilia. 2010. Definición ABC. *definicionabc.com*. [En línea] Marzo de 2010. [Citado el: 26 de Mayo de 2020.] <https://www.definicionabc.com/general/vacio.php>.
- Camós, Josep. 2015. PlasticRoad es la carretera que Rotterdam quiere construir con tus botellas de agua usadas. *PlasticRoad es la carretera que Rotterdam quiere construir con tus botellas de agua usadas*. [En línea] 15 de Julio de 2015. [Citado el: 12 de Octubre de 2021.]

<https://www.motorpasion.com/tecnologia/plasticroad-asfalto-plastico-pavimento-rotterdam>.

CARRASCO. 2009. *Metodología de investigación científica: Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. Lima : Editorial San Marcos, 2009.

Comparison of the Characteristics of LDPE : PP and HDPE : PP Polymer Blends. Sihama E., Salih, Abdulkhaliq F., Hamood y Alyaa H., Abd alsalam. 2013. 3, Baghdad, Iraq : Moder Applied Science, 2013, Vol. 7. 19131844.

Creswell, J. 2005. *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and quialitative research*. Nwe Jersey : Pearson Education, 2005.

DELGADO REYES, Cecilio Nicanor y SOLANO PAREDES, Silver Jhonatan. 2019. *Análisis de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente con la adición de plástico peletizado LDPE-2019*. Universidad César Vallejo, Lima, Perú : 2019.

Departamento de Ciencia de Polímeros. 1996. *pslc.ws*. [En línea] Universidad del Sur de Mississippi, 1996. [Citado el: 25 de Mayo de 2020.] <https://pslc.ws/spanish/intro.htm>.

Efecto delas fibras plasticas en la flexion de estructuras de pavimentos drenantes. REYES LIZCANO, Fredy A., TORRES, Andrés Roberto y Grupo CECATA. 2002. 2, Bogotá : Revista Ingeniería De Construcción, 2002, Revista Ingeniería De Construcción, Vol. 17, págs. 93-102.

elaplas. 2016. *elaplas.es*. [En línea] elástomeros y plásticos, 2016. [Citado el: 25 de Mayo de 2020.] <http://www.elaplas.es/materiales/plasticos-tecnicos/polipropileno-pp/>.

ELÍAS CHERO, Zubeida Miluska. 2017. *Análisis de la incorporación del PET y PEAD en la flexibilidad y resistencia a la deformación en un pavimento ecológico*. Universidad César Vallejo, Nuevo Chimbote, Perú : 2017.

Elmer, Perkin. 2015. Thermogravimetric Analysis (TGA). *www.PerkinElmer.com*. [En línea] 2015. [Citado el: 22 de Octubre de 2021.] https://resources.perkinelmer.com/lab-solutions/resources/docs/faq_beginners-guide-to-thermogravimetric-analysis_009380c_01.pdf.

- FLORES QUISPE, Cesar Eddy y PACOMPIA CALCINA, Ivan Alexander. 2015. *Diseño de mezcla de concreto permeable con adición de tiras de plástico para pavimentos f'c 175 kg/cm² en la ciudad de Puno*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú : 2015.
- Garnica Anguas, Paul y Correa, Angel. 2004. Conceptos mecanicistas en pavimentos. *Conceptos mecanicistas en pavimentos*. s.l. : Instituto Mexicano del Transporte, 2004. 258. 01887297.
- GOMEZ BASTAR, Sergio. 2012. *Metodología de la investigación*. Tlalnepantla : Red Tercer Milenio, 2012. 9786077331490.
- GÓMEZ SERRATO, Jose Guillermo. 2016. *Diagnóstico del impacto del plástico - botellas sobre el medio ambiente: un estado de arte*. Universidad Santo Tomás, Cundinamarca : 2016.
- Grinnell, R. M., Unrau, Y. A. y Williams, M. 2015. *Social Work Research and Evaluation Quantitative and Qualitative Approaches*. Nueva York : Oxford University Press; 7a edición, 2015. 9780195179491.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar. 2014. *Metodología de la Investigación*. México : Editorial Mexicana, 2014. 9781456223960.
- Hiriart, F. 2009. Pavimentos permeables. *Pavimentos permeables*. s.l. : Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 2009.
- La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica*. Vargas Cordero, ZR. 2009. 1, Costa Rica : Educación, 2009, Vol. 33. 03797082.
- Macera, Daniel. 2018. El inacabable problema del plástico en el Perú. *El Comercio*. DÍA 1, 12 de Junio de 2018.
- Mariano. 2011. *blogspot.com*. [En línea] Blogger, 27 de Junio de 2011. [Citado el: 7 de Mayo de 2020.] <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/propiedades-mecanicas.html>.
- Mariano. 2011. *blogspot.com*. [En línea] Blogger, 27 de Junio de 2011. [Citado el: 29 de Abril de 2020.] <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/propiedades-fisicas.html>.

- MARTÍNEZ, Ángel. 2018. Los 20.000 kilómetros de carretera en India construidos con plástico reciclado. *EL PAÍS*. Reciclaje, 21 de Agosto de 2018.
- McCARTHY, Joe. 2018. Recycled Plastic Is Being Used To Repave Roads Around The World. *GLOBAL CITIZEN*. Environment, 5 de November de 2018.
- Ministerio del Ambiente. 2018. *minam.gob.pe*. [En línea] Oficina de Comunicaciones e Imagen Institucional, 18 de Mayo de 2018. [Citado el: 20 de Abril de 2020.] <http://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/minam-el-plastico-representa-el-10-de-todos-los-residuos-que-generamos-en-el-peru/>.
- MONJE ÁLVAREZ, Carlos Arturo. 2011. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA* Guía didáctica. Neiva : Universidad Surcolombiana, 2011.
- ODIAN, George. 2004. *Principles of Polymerization*. Cuarta. 2004. pág. 848. Vol. IV. 9780471274001.
- PALELLA STRACUZZI, Santa y MARTINS PESTANA, Feliberto. 2012. *Metodología de la Investigación Cuantitativa*. Caracas : Fedupel, 2012. 9802734454.
- Pavimentos permeables. Una aproximación convergente en la construcción de vialidades urbanas y en la preservación del recurso agua*. CÁRDENAS GUTIÉRREZ, Eusebio, ALBITER RODRÍGUEZ, Ángel y JAIMES JARAMILLO, Janner. 2017. 2, México : Universidad Autónoma del Estado de México, Taluca, México, julio-octubre de 2017, Espacio del Divulgador, Vol. 24, págs. 173-180. 14050269.
- PÉREZ PORTO, Julián y GARDEY, Ana. 2013. *Definición.de*. [En línea] 2013. [Citado el: 25 de Mayo de 2020.] <https://definicion.de/contenido/>.
- PÉREZ PORTO, Julián y GARDEY, Ana. 2013. *Definición.de*. [En línea] 2013. [Citado el: 26 de Mayo de 2020.] <https://definicion.de/vacio/>.
- PÉREZ PORTO, Julián y MERINO, María. 2016. *definición.de*. [En línea] 2016. [Citado el: 25 de Mayo de 2020.] <https://definicion.de/termoplastico/>.
- Permeabilidad y Porosidad en Concreto*. VÉLEZ, Ligia M. 2010. 25, s.l. : Instituto Tecnológico Metropolitano, Diciembre de 2010, Tecno Lógicas, Vol. 1, págs. 169-187. 01237799.

- Planas, Oriol. 2020. Energía Nuclear. *Energía Nuclear*. [En línea] 16 de Mayo de 2020. [Citado el: 21 de 10 de 2021.] <https://nuclear-energy.net/energy/heat-energy>.
- Polyamides*. PUTSCHER, R. E. 1982. USA : Encyclopedia of Chemical Technology, 1982, Vol. 18.
- PORRAS MORALES, José Mauricio. 2017. *Metodología de diseño para concretos permeables y sus respectivas correlaciones de permeabilidad*. Instituto Tecnológico de Costa Rica, s.l., Costa Rica : 2017.
- Ptreocuyo. Ptreocuyo.com. *Ptreocuyo.com*. [En línea] Ptreocuyo. [Citado el: 15 de 10 de 2021.] <http://www.petrocuyo.com/es/tecnologia/el-polipropileno/propiedades-mecanicas>.
- Raimond B., Seymour y Charles E., Carraher, Jr. 1995. Introducción a la Química de los Polimeros. *Introducción a la Química de los Polimeros*. s.l. : Editorial Reverté, 1995. 1. 9788429179262.
- ROLL, William. 2018. Plastic Roads - The Pavement of the Future? *Trans ASSOCIATES*. News, 1 de August de 2018.
- ROMERO FLORES, Patricio, y otros. Diseño de un pavimentos flexible adicionando tereftalato de polietileno como material constitutivo con ligante AC-20. Ecuador : Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE. pág. 8.
- Significados. 2016. *Significados.com*. [En línea] 8 de Marzo de 2016. [Citado el: 25 de Mayo de 2020.] <https://www.significados.com/porosidad/>.
- Significados. 2017. Significados. *Significados.com*. [En línea] Ciencia y Salud, 30 de Octubre de 2017. [Citado el: 26 de Mayo de 2020.] <https://www.significados.com/infiltracion/>.
- SLab. 2018. Análisis en Plásticos y Envases Plásticos. *slabperu.com*. [En línea] Laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C, 2018. [Citado el: 2 de Mayo de 2020.] <https://www.slabperu.com/analisis-en-plasticos-y-envases-plasticos/>.
- SP Group. 2017. *spg-pack.com*. [En línea] SP GROUP, 2017. [Citado el: 15 de Mayo de 2020.] <https://www.spg-pack.com/blog/codigos-identificacion-plasticos/>.

- SP Group. 2018. *spg-pack.com*. [En línea] SP GROUP, 2018. [Citado el: 5 de Mayo de 2020.] <https://www.spg-pack.com/blog/ensayos-laboratorio-materiales-plasticos/>.
- Suriñach, S, y otros. 1992. La calorimetría diferencial de barrido y su aplicación a la Ciencia de Materiales. *La calorimetría diferencial de barrido y su aplicación a la Ciencia de Materiales*. Barcelona : Física de Materials, Dpartament de Física, Universidad Autónoma de Barcelona, 1992. Vol. 1, 081193.
- Tennis, P. D., Leming, M. L. y Akers, D. J. 2004. Pervious concrete paviments. *Pervious concrete paviments*. s.l. : Portland Cement Association, 2004.
- Todo En Polímeros. 2016. *todoenpolimeros.com*. [En línea] Todo En Polímeros, 7 de Diciembre de 2016. [Citado el: 5 de Mayo de 2020.] <https://todoenpolimeros.com/2016/12/07/polimeros-termoplasticos/>.
- Travesía Pirenaica. 2019. Acerca de nosotros: Travesía Pirenaica. *Travesía*. [En línea] Travesía, 15 de Marzo de 2019. [Citado el: 20 de Abril de 2020.] <https://travesiapirenaica.com/problema-plastico-en-el-medio-ambiente/>.
- UTA. 2020. *uta.edu*. [En línea] The University of Texas at Arlington, 10 de April de 2020. [Citado el: 25 de Mayo de 2020.] <https://www.uta.edu/news/news-releases/2020/04/10/plastic-roads.8172722011>.
- VARGAS, Jonathan. 2015. SlideShare. *slideshare.com*. [En línea] 5 de Marzo de 2015. [Citado el: 26 de Mayo de 2020.] <https://www.slideshare.net/jonvargasp/polmeros-sintticos-45527076>.
- Zona Plástica. *zonaplastica.com*. [En línea] ZONA PLÁSTICA. [Citado el: 25 de Mayo de 2020.] <http://www.zonaplastica.com/pe-hd/>.

ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de Operacionalización de Variables

TÍTULO: "Pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos - PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020"						
AUTOR: CALDERÓN ALVAREZ, JOE HANNEY						
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN
V.I. TERMOPLÁSTICOS	Los termoplásticos son polímeros lineales, que pueden estar ramificados o no. Puesto que no se encuentran entrecruzados son polímeros solubles en algunos disolventes orgánicos, son capaces de fundir y son, por tanto, reciclables. Si los comparamos con los demás tipos de plásticos, los termoplásticos se fabrican y emplean en cantidades muy grandes y entre ellos los más frecuentes son PE, PP, PS y PVC. De hecho, más de la mitad de la cifra total de plásticos procesada corresponde a los cuatro plásticos citados (Beltrán y Mazilla, 2012, p. 57).	Se determinará mediante diferentes dosificaciones, ya que no hay una metodología que nos indique el porcentaje correcto de los 4 termoplásticos que utilizaremos.	Polímeros Lineales	PET (Tereftalato de Polietileno)	Dosificación de Mezcla	Razón
				PE-HD (Polietileno de Alta Densidad)		
				PE-LD (Polietileno de Baja Densidad)		
				PP (Polipropileno)		
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN
V.D. PAVIMENTO POROSO PREFABRICADO	Las propiedades físicas de los polímeros dependen de su estructura molecular (Mariano, 2011). La Thermal energy definition is the manifestation of energy in the form of heat (Planas, 2020). Las propiedades mecánicas de los polímeros dependen, fundamentalmente, de su composición, estructura y condiciones de procesado (Beltrán y otros, 2012). Un pavimento poroso se define por los poros conectados, que varían en tamaño de 0.08 a 0.32 in. (2 a 8 mm). El contenido de vacío puede oscilar entre 18 y 35%, con resistencias de compresión típicas de 400 a 4000 psi (2.8 a 28 MPa). La velocidad de drenaje permeable variará con el tamaño del agregado y la densidad de la mezcla, pero generalmente caerá en el rango de 2 a 18 gal./min / ft ² (81 a 730 L / min / m ²) (ACI 552R-10, 2010, p. 522R-2).	Los ensayos de la American Society for Testing and Materials, conocida como "ASTM" en sus siglas en inglés, será la norma que utilizaremos para los ensayos en polímeros.	Propiedad Física	Densidad	ASTM D-1505	Razón
			Propiedades Térmicas	DSC (Calorimetría diferencial de barrido)	ASTM D-3418	Intervalo
				TGA- (Termogravimetría)	ASTM E-1131	
				Temperatura de Fusión "Tm" Temperatura de Transición Vítrea "Tg"	ASTM E-794	
			Propiedades Mecánicas	Resistencia a la Tracción	ASTM D-638	Razón
				Resistencia a la Elongación		
			Resistencia a la Flexión	ASTM D-790		
Porosidad	Permeabilidad	Gravimetría	Intervalo			

ANEXO 2. Matriz de Consistencia

TÍTULO: "Pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos - PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020"							
AUTOR: CALDERÓN ALVAREZ, JOE HANNEY							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE, INDICADOR E INSTRUMENTO			METODOLOGÍA	
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
¿Qué propiedad física, térmicas y mecánicas tendrá la estructura del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020?	Evaluar de qué manera los termoplásticos determinan la propiedad física, térmica y mecánicas en su estructura del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020	Los termoplásticos influyen en la evaluación de la propiedad física, térmicas y mecánicas en su estructura del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020	INDEPENDIENTE TERMOPLÁSTICOS	Polímeros Lineales	PET (Tereftalato de Polietileno) PE-HD (Polietileno de Alta Densidad) PE-LD (Polietileno de Baja Densidad) PP (Polipropileno)	Dosificación de Mezcla	MÉTODO: Científico DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Explicativo Causal
¿De qué manera los polímeros lineales determinan la propiedad física del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020?	Establecer de qué manera los polímeros lineales determinan la propiedad física del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020	Los polímeros lineales determinan las uniones entre los monómeros dentro de su propiedad física del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020		Propiedad Física	Densidad	ASTM D-1505	POBLACION: 4 Láminas de 60x60 cm de ancho por 4 mm. de espesor
¿De qué manera los polímeros lineales determinan el comportamiento de las propiedades térmicas del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020?	Establecer de qué manera los polímeros lineales determinan el comportamiento de las propiedades térmicas del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020	Los polímeros lineales describen el comportamiento de las propiedades térmicas del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020	DEPENDIENTE PAVIMENTO POROSO PREFABRICADO	Propiedades Térmicas	DSC (Calorimetría diferencial de barrido) TGA- (Termogravimetría) Temperatura de Fusión "Tm" Temperatura de Transición Vítrea "Tg"	ASTM D-3418 ASTM E-1131 ASTM E-794	MUESTRA: 4 Láminas de 60x60 cm de ancho por 4 mm. de espeso
¿Cómo influyen los polímeros lineales en la determinación de las propiedades mecánicas en su estructura del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020?	Demostrar la influencia de los polímeros lineales en la determinación de las propiedades mecánicas en su estructura del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020	Los polímeros lineales determinan una respuesta de comportamiento ante la aplicación de esfuerzos en las propiedades mecánicas en su estructura del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020		Propiedades Mecánicas	Resistencia a la Tracción Resistencia a la Elongación Resistencia a la Flexión	ASTM D-638 ASTM D-790	TECNICA: Observación Científica
¿De qué manera los polímeros lineales determinan la porosidad en su estructura del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020?	Evaluar de qué manera los polímeros lineales determinan la porosidad en su estructura del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020	Los polímeros lineales determinan una porosidad dentro del rango establecido en el ensayo de permeabilidad en su estructura del pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos – PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020		Porosidad	Permeabilidad	Gravimetría	FORMATO: Instrumentos para Recolección de Datos de los Ensayos

ANEXO 3. Instrumentos de Recolección de Datos

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
PROYECTO : PAVIMENTO POROSO PREFABRICADO A BASE DE TERMOPLÁSTICOS - PoliPlasTher Road, OXAPAMPA 2020			REGISTRO Nº : ENS - MEZ - 01	
TESISTA : JOE HANNEY CALDERÓN ALVAREZ			PÁGINA Nº : 01 de 01	
UBICACIÓN :	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	FECHA : lunes, 15 de Noviembre de 2021
	PASCO	OXAPAMPA	OXAPAMPA	
DISEÑO DE MEZCLA				
Metodología usada es por mi autoría				
<u>Información de Muestra y Ensayo</u>				
PET o Tereftalato de Polietileno, PE-HD o Polietileno de Alta Densidad, PE-LD o Polietileno de Baja Densidad y PP o Polipropileno				
METODOLOGÍA DE DISEÑO				
MATERIALES	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO			Tipo de Mezcla
	EN PESO (Kg)	EN VOLUMEN (m3)	EN PORCENTAJE (%)	
PET				
PE-HD				
PE-LD				
PP				
OBSERVACIONES				
DATOS DEL ESPECIALISTA:			FIRMA Y SELLO	
APELLIDOS Y NOMBRES:				
ESPECIALIDAD:				
C.I.P. Nº:				

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PROYECTO : PAVIMENTO POROSO PREFABRICADO A BASE DE TERMOPLÁSTICOS - PoliPlasTher Road, OXAPAMPA 2020
REGISTRO Nº : ENS - DENS - 01
TESISTA : JOE HANNEY CALDERÓN ALVAREZ
PÁGINA Nº : 01 de 01
UBICACIÓN : DEPARTAMENTO PASCO | PROVINCIA OXAPAMPA | DISTRITO OXAPAMPA
FECHA : Lunes, 15 de Noviembre de 2021

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD DE PLÁSTICOS POR LA TÉCNICA DE GRADIENTE DE DENSIDAD (ASTM D1505 - 18)

Información de Muestra y Ensayo

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PoliPlasTher Road					
REGISTRO Nº	CARACTERÍSTICAS DE LAS MEZCLAS DE DISEÑO				
	PESO (Kg)	LARGO (m)	ALTO (m)	ANCHO (m)	VOLUMEN (m3)
ENS - MEZ - 01					
PRUEBA - DENS - 1					
PRUEBA - DENS - 2					

PRUEBAS	OBSERVACIONES
PRUEBA - DENS - 1	
PRUEBA - DENS - 2	

CALCULO DE DENSIDAD:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Donde:

p: Densidad (Kg/m3)

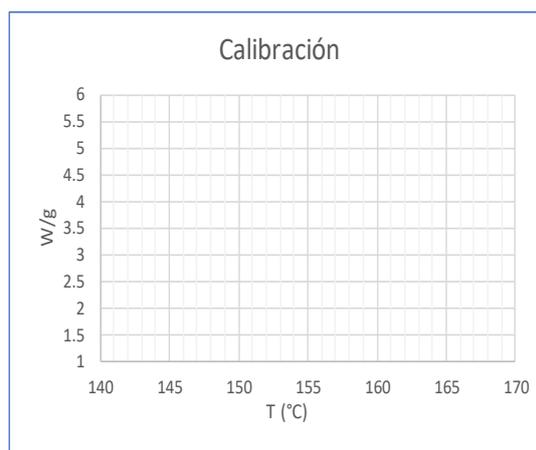
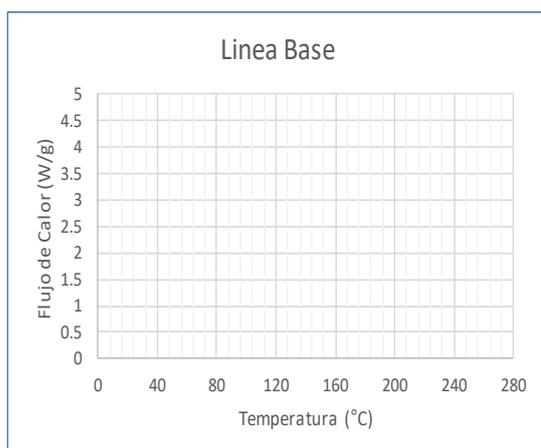
m: Masa (Kg)

V: Volumen (m3)

DATOS DEL ESPECIALISTA:	FIRMA Y SELLO
APELLIDOS Y NOMBRES:	
ESPECIALIDAD:	
C.I.P. Nº:	

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**PROYECTO :** PAVIMENTO POROSO PREFABRICADO A BASE DE
TERMOPLÁSTICOS - PoliPlasTher Road, OXAPAMPA 2020**REGISTRO Nº :** ENS - FUSI - 01**TESISTA :** JOE HANNEY CALDERÓN ALVAREZ**PÁGINA Nº :** 01 de 01**UBICACIÓN :** DEPARTAMENTO PASCO | PROVINCIA OXAPAMPA | DISTRITO OXAPAMPA**FECHA :** Lunes, 15 de Noviembre de 2021**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA TEMPERATURAS DE FUSIÓN Y CRISTALIZACIÓN POR ANÁLISIS
TÉRMICO**
(ASTM E794-06 (2018))Información de Muestra y Ensayo**METODOLOGÍA DE DISEÑO**

REGISTRO Nº	Tabla de Línea Base y Calibración		Tabla de Tiempo de fusión		Tipo de Mezcla
	FLUJO DE CALOR (W/g)	TEMPERATURA (°C)	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (Seg.)	
ENS - MEZ - 01					
PRUEBA - DSC - 1					
PRUEBA - DSC - 2					



PRUEBAS	OBSERVACIONES
PRUEBA - DSC - 1	
PRUEBA - DSC - 2	

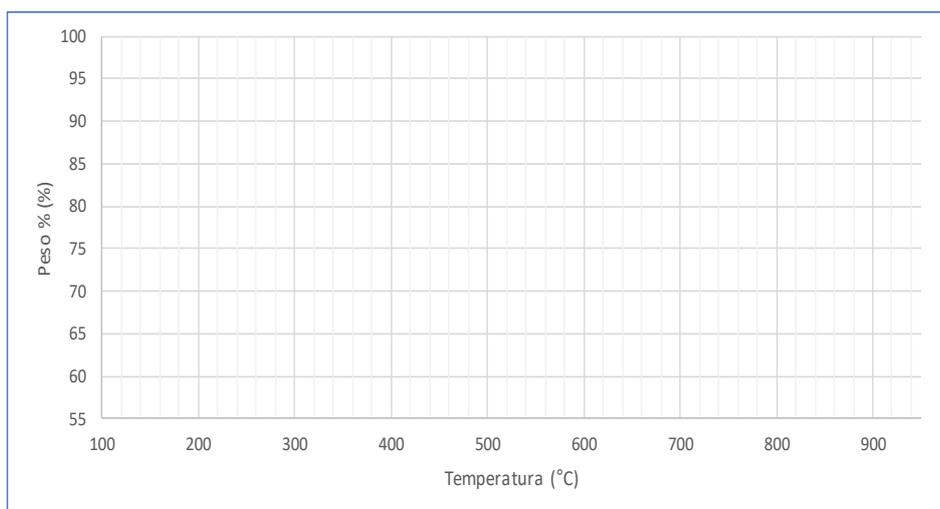
DATOS DEL ESPECIALISTA:	FIRMA Y SELLO
APELLIDOS Y NOMBRES:	
ESPECIALIDAD:	
C.I.P. Nº:	

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PROYECTO : PAVIMENTO POROSO PREFABRICADO A BASE DE TERMOPLÁSTICOS - PoliPlasTher Road, OXAPAMPA 2020
REGISTRO N° : ENS - FUSI - 01
TESISTA : JOE HANNEY CALDERÓN ALVAREZ
PÁGINA N° : 01 de 01
UBICACIÓN : DEPARTAMENTO PASCO | PROVINCIA OXAPAMPA | DISTRITO OXAPAMPA
FECHA : Lunes, 15 de Noviembre de 2021

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA TEMPERATURAS DE FUSIÓN Y CRISTALIZACIÓN POR ANÁLISIS TÉRMICO
(ASTM E794-06 (2018))Información de Muestra y Ensayo

METODOLOGÍA DE DISEÑO					
REGISTRO N°	Tabla de TGA		Tabla de Tiempo de fusión		Tipo de Mezcla
	PESO (mW)	TEMPERATURA (°C)	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (Seg.)	
ENS - MEZ - 01					
PRUEBA - FUSI - 1					
PRUEBA - FUSI - 2					



PRUEBAS	OBSERVACIONES
PRUEBA - FUSI - 1	
PRUEBA - FUSI - 2	

DATOS DEL ESPECIALISTA:	FIRMA Y SELLO
APELLIDOS Y NOMBRES:	
ESPECIALIDAD:	
C.I.P. N°:	

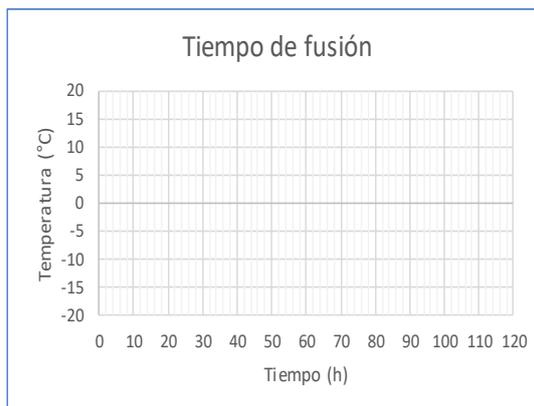
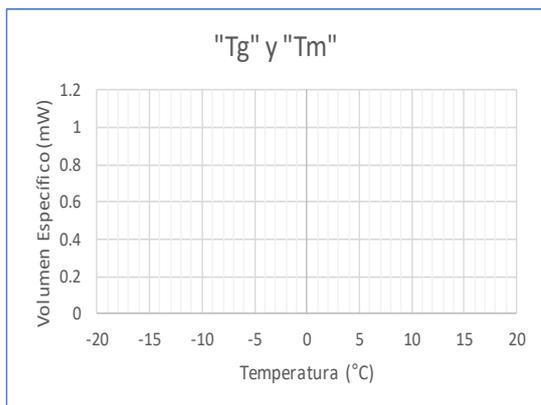
INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PROYECTO : PAVIMENTO POROSO PREFABRICADO A BASE DE TERMOPLÁSTICOS - PoliPlasTher Road, OXAPAMPA 2020			REGISTRO Nº : ENS - FUSI - 01
TESISTA : JOE HANNEY CALDERÓN ALVAREZ			PÁGINA Nº : 01 de 01
UBICACIÓN :	DEPARTAMENTO PASCO	PROVINCIA OXAPAMPA	DISTRITO OXAPAMPA
			FECHA : Lunes, 15 de Noviembre de 2021

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA TEMPERATURAS DE FUSIÓN Y CRISTALIZACIÓN POR ANÁLISIS TÉRMICO (ASTM E794-06 (2018))

Información de Muestra y Ensayo

METODOLOGÍA DE DISEÑO					
REGISTRO Nº	Tabla de Tg y Tm		Tabla de Tiempo de fusión		Tipo de Mezcla
	VOLUMEN ESPECÍFICO (mW)	TEMPERATURA (°C)	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (Seg.)	
ENS - MEZ - 01					
PRUEBA - FUSI - 1					
PRUEBA - FUSI - 2					



PRUEBAS	OBSERVACIONES
PRUEBA - FUSI - 1	
PRUEBA - FUSI - 2	
PRUEBA - FUSI - 3	

DATOS DEL ESPECIALISTA:	FIRMA Y SELLO
APELLIDOS Y NOMBRES:	
ESPECIALIDAD:	
C.I.P. Nº:	

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE FLEXIÓN DE PLÁSTICOS NO REFORZADOS Y REFORZADOS Y MATERIALES AISLANTES ELÉCTRICOS**
(ASTM D790 - 17)**PROYECTO :** PAVIMENTO POROSO PREFABRICADO A BASE DE TERMOPLÁSTICOS -
PoliPlasTher Road, OXAPAMPA 2020**REGISTRO N° :** ENS - FLEX - 01**TESISTA :** JOE HANNEY CALDERÓN ALVAREZ**PÁGINA N° :** 01 de 01**UBICACIÓN :**

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
PASCO	OXAPAMPA	OXAPAMPA

FECHA : lunes, 15 de Noviembre de 2021Información de Muestra y Ensayo

Íte m	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PoliPlasTher Road						Ensayo de Rotura			
	REGISTRO N°	Luz entre apoyos (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm ²)	Edad (días)	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Carga Máxima (N)	Módulo de Rotura (Mpa)	Promedio del Módulo de Rotura (Mpa)
1	PRUEBA - FLEX - 1									
2	PRUEBA - FLEX - 2									

Íte	PRUEBAS	OBSERVACIONES
1	PRUEBA - FLEX - 1	
2	PRUEBA - FLEX - 2	

DATOS DEL ESPECIALISTA:		FIRMA Y SELLO
APELLIDOS Y NOMBRES:		
ESPECIALIDAD:		
C.I.P. N°:		

ANEXO 4. Validez

The screenshot shows a Gmail interface with a blue header. The search bar contains "Buscar en el correo electrónico". The left sidebar shows folders: "Recibidos" (4,992), "Destacados", "Pospuestos", "Enviados", "Borradores" (24), "Más", "Meet", "Nueva reunión", and "Unirte a una reunión". Below these are "Hangouts" with contacts: Hanney, Jose Antonio Yengle Chuquiya, JOSHUA MARTY ESCOBAR I, Julio Lizarraga filo, and KATTY BÁRDALES ARÉVALO.

The main email content is as follows:

VALIDACIÓN DE LAS MATRICES Y LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Recibidos x

Hanney Alvarez lun, 15 nov. 17:15 (hace 9 días) ☆
Buenos tardes Ing. Jose Portocarrero, soy el estudiante Joe Hanney Calderón Alvarez identificado con el Código de alumno: 6700296014 y DNI: 73126652, del curso

Jose Angel Portocarrero Cruz mar, 23 nov. 16:02 (hace 8 horas) ☆ ↶ ⋮
para mí ▾

Buenas tardes estimado Hanney;
Revisé la documentación enviada; (matrices e instrumentos de recolección de datos) del proyecto de investigación titulado "Pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos - PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020", la encuentro coherente, práctica clara, organizada, consistente; por lo cual; valido tus matrices e instrumentos de recolección de datos de tu proyecto de Investigación.

Te deseo el mayor de los éxitos, tengo la certeza que tu investigación contribuirá con con la ingeniería peruana.

Saludos cordiales

José Portocarrero
DNI 41423730
CIP 163152
...

Responder Reenviar

 Buscar en el correo electrónico    

 Redactar

Recibidos 4,962

- Destacados
- Pospuestos
- Enviados
- Borradores 24
- Más

Meet

- Nueva reunión
- Unirte a una reunión

Hangouts

- Hanney
- Jose Antonio Yengle Chuquiya
- JOSHUA MARTY ESCOBAR I
- Julio Lizarraga tito
- KATTY RADA ESPÁVALO

5 de 6,331

VALIDACIÓN DE LAS MATRICES Y LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Recibidos x

 **Hanney Alvarez** lun, 15 nov. 17:20 (hace 4 días) 

Buenos tardes Ing. Richard Jaimes, soy el estudiante Joe Hanney Calderón Alvarez identificado con el Código de alumno: 6700296014 y DNI: 73126652, del...

 **Richard Antonio Jaimes Durand** 13:01 (hace 5 horas)   

para mí

Estimado (a). Joe Hanney Calderón Alvarez

Habiendo revisado tus instrumentos para la recolección de datos, de tu DPI titulado "Pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos - PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020", doy por **VALIDADOC** para que pueda aplicar en su desarrollo de tesis.

Atte.
Ing. Richard Antonio Jaimes Durand
CIP 236910

 Libre de virus. www.avast.com

...

 Responder  Reenviar

- Redactar
- Recibidos 4,974
- Destacados
- Postpuestos
- Enviados
- Borradores 24
- Más
- Meet
 - Nueva reunión
 - Únete a una reunión
- Hangouts
 - Hanney
 - Jose Antonio Yengle Chuquiyauri
 - JOSHUA MARTY ESCOBAR-DI
 - Julio Lizarraga tito
 - KATTY BARDALES ARÉVALO
 - Obed Zegarra Rondan Happy :)
 - Ruben Principe

VALIDACIÓN DE LAS MATRICES Y LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Recibidos x

Hanney Alvarez
Buenos tardes Ing. José Yengle, soy el estudiante Joe Hanney Calderón Alvarez identificado con el Código de alumno: 8700298014 y DNI: 73126652, del curso de Des lun, 15 nov. 17:17 (hace 7 días)

Jose Antonio Yengle Chuquiyauri
para mí sáb, 20 nov. 23:11 (hace 2 días)
Estimado Joe Hanney Calderón Alvarez

Habiendo revisado tus instrumentos para la recolección de datos, de tu DPI titulado "Pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos - PoliPlasTher Road, Oxapampa 2020 ", doy por **VALIDADO** para que pueda aplicar en su desarrollo de tesis.

Atte.

Ing. Jose Antonio Yengle Chuquiyauri
CIP 138565

10 archivos adjuntos

PDF						
01. Carta de Prese...	02. Validez de la M...	03. Validez de la M...	04. Validez del Inst...	05. Validez del Inst...	06. Validez del Inst...	07. Validez del Inst...
PDF	PDF	PDF				
08. Validez del Inst...	09. Validez del Inst...	10. Validez del Inst...				

OK. RECIBIDO. GRACIAS.

VALIDEZ DE LOS INSTRUMENTOS

PROYECTO : PAVIMENTO POROSO PREFABRICADO A BASE DE TERMOPLÁSTICOS -
PoliPlasTher Road, OXAPAMPA 2020

REGISTRO Nº: VALI - CONFI - 01

TESISTA: JOE HANNEY CALDERÓN ALVAREZ

PÁGINA Nº : 01 de 01

UBICACIÓN:

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
PASCO	OXAPAMPA	OXAPAMPA

FECHA: Lunes, 15 de Noviembre de 2021

CÁLCULO DE VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

I. TABLA DE ESCALA DE MEDICIÓN DE VALIDEZ DE CONFIABILIDAD

Valores	Niveles
91 - 100	Excelente
81 - 90	Muy bueno
71 - 80	Bueno
61 - 70	Regular
51 - 60	Malo

II. PROMEDIOS DE VALIDACIÓN

	NIVELES	VALORES
Promedio de la Matriz de Operacionalización =		
Promedio de la Matriz de Consistencia =		
Promedio de Diseño de Mezcla =		
Promedio de Densidad =		
Promedio de Temperatura de Fusión =		
Promedio de Resistencia a la Compresión =		
Promedio de Resistencia a la Flexión =		
Promedio de Resistencia a la Tracción =		
Promedio de Resistencia a la Permeabilidad =		
Promedio de Resistencia a la Compresión =		

III. RESULTADO DEL PROMEDIO DE VALIDACIÓN

Tenemos una Validez de los Instrumentos del Nivel de y del Valor que esta dentro del rango de

FICHA DE VALIDACIÓN

PROYECTO : PAVIMENTO POROSO PREFABRICADO A BASE DE TERMOPLÁSTICOS - PoliPlasTher Road, OXAPAMPA 2020			REGISTRO Nº : MAT - OPE - 01
TESISTA : JOE HANNEY CALDERÓN ALVAREZ			PÁGINA Nº : 01 de 01
UBICACIÓN :	DEPARTAMENTO PASCO	PROVINCIA OXAPAMPA	DISTRITO OXAPAMPA
			FECHA : lunes, 15 de Noviembre de 2021

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

Está hecho por mi autoría

INSTRUCCIONES:

1. Por favor de colocar todos sus datos solicitados en los recuadros.
2. Después de haber leído y analizado la Matriz de Operacionalización se procederá a evaluar con una (X) en los recuadros que aparecen en la tabla de la ficha de validación.
3. Se solicita dejar una opinión respecto de lo que le pareció la Matriz de Operacionalización.
4. Los valores que se marcan serán promediados para saber el puntaje final de la Matriz de Operacionalización.

I. DATOS INFORMATIVOS

Apellido y Nombre del Experto	Cargo o Institución donde Labora	Celular	DNI	C.I.P.	Firma del Experto

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	MALO (51 - 60)	REGULAR (61 - 70)	BUENO (71 - 80)	MUY BUENO (81 - 90)	EXCELENTE (91 - 100)
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado					
OBJETIVIDAD	Está expresada en conductas observables					
ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos					
COHERENCIA	Entre las variables independiente y dependientes, las definiciones conceptuales, definiciones operacionales, dimensiones, indicadores y los instrumentos					
METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					
OPORTUNIDAD	La matriz operacional ha sido aplicada en el momento oportuno o más adecuado					

III. OPINIÓN DEL EXPERTO RESPECTO A LA APLICACIÓN

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

Promedio =

FICHA DE VALIDACIÓN**PROYECTO :** PAVIMENTO POROSO PREFABRICADO A BASE DE TERMOPLÁSTICOS - PoliPlasTher Road,
OXAPAMPA 2020**REGISTRO Nº :** MAT - CONS - 01**TESISTA :** JOE HANNEY CALDERÓN ALVAREZ**PÁGINA Nº :** 01 de 01**UBICACIÓN :**

DEPARTAMENTO PASCO	PROVINCIA OXAPAMPA	DISTRITO OXAPAMPA	FECHA : lunes, 15 de Noviembre de 2021
------------------------------	------------------------------	-----------------------------	---

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Está hecho por mi autoría

INSTRUCCIONES:

1. Por favor de colocar todos sus datos solicitados en los recuadros.
2. Después de haber leído y analizado la Matriz de Consistencia se procederá a evaluar con una (X) en los recuadros que aparecen en la tabla de la ficha de validación.
3. Se solicita dejar una opinión respecto de lo que le pareció la Matriz de Consistencia.
4. Los valores que se marcan serán promediados para saber el puntaje final de la Matriz de Consistencia.

I. DATOS INFORMATIVOS

Apellido y Nombre del Experto	Cargo o Institución donde Labora	Celular	DNI	C.I.P.	Firma del Experto

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	MALO (51 - 60)	REGULAR (61 - 70)	BUENO (71 - 80)	MUY BUENO (81 - 90)	EXCELENTE (91 - 100)
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado					
OBJETIVIDAD	Está expresada en conductas observables					
ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos					
COHERENCIA	Entre los problemas general y específicos, objetivos general y específicos, hipótesis general y específicos, variables independiente y dependientes, las dimensiones, los indicadores y instrumentos					
METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					
OPORTUNIDAD	La matriz de consistencia ha sido aplicada en el momento oportuno o más adecuado					

III. OPINIÓN DEL EXPERTO RESPECTO A LA APLICACIÓN

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓNPromedio =

--

FICHA DE VALIDACIÓN

PROYECTO : PAVIMENTO POROSO PREFABRICADO A BASE DE TERMOPLÁSTICOS - PoliPlasTher Road, OXAPAMPA 2020			REGISTRO Nº : VALI - MEZ - 01		
TESISTA : JOE HANNEY CALDERÓN ALVAREZ			PÁGINA Nº : 01 de 01		
UBICACIÓN :	DEPARTAMENTO PASCO	PROVINCIA OXAPAMPA	DISTRITO OXAPAMPA	FECHA : lunes, 15 de Noviembre de 2021	

DISEÑO DE MEZCLA

Metodología usada es por mi autoría

INSTRUCCIONES:

1. Por favor de colocar todos sus datos solicitados en los recuadros.
2. Después de haber leído y analizado el Instrumento de Recolección de Datos del Diseño de Mezcla se procederá a evaluar con una (X) en los recuadros que aparecen en la tabla de la ficha de validación.
3. Se solicita dejar una opinión respecto de lo que le pareció el Instrumento de Recolección de Datos del Diseño de Mezcla.
4. Los valores que se marcan serán promediados para saber el puntaje final del Instrumento de Recolección de Datos del Diseño de Mezcla.

I. DATOS INFORMATIVOS

Apellido y Nombre del Experto	Cargo o Institución donde Labora	Celular	DNI	C.I.P.	Firma del Experto

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	MALO (51 - 60)	REGULAR (61 - 70)	BUENO (71 - 80)	MUY BUENO (81 - 90)	EXCELENTE (91 - 100)
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado					
OBJETIVIDAD	Está expresada en conductas observables					
ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos					
COHERENCIA	Entre los pasos que se sigue para lograr los ensayos					
METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					
OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno o más adecuado					

III. OPINIÓN DEL EXPERTO RESPECTO A LA APLICACIÓN

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

Promedio =

FICHA DE VALIDACIÓN

PROYECTO : PAVIMENTO POROSO PREFABRICADO A BASE DE TERMOPLÁSTICOS - PoliPlasTher Road, OXAPAMPA 2020 **REGISTRO Nº :** VALI - DENS - 01
TESISTA : JOE HANNEY CALDERÓN ALVAREZ **PÁGINA Nº :** 01 de 01
UBICACIÓN : **DEPARTAMENTO** PASCO **PROVINCIA** OXAPAMPA **DISTRITO** OXAPAMPA **FECHA :** lunes, 15 de Noviembre de 2021

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD DE PLÁSTICOS POR LA TÉCNICA DE GRADIENTE DE DENSIDAD
(ASTM D1505 - 18)

INSTRUCCIONES:

1. Por favor de colocar todos sus datos solicitados en los recuadros.
2. Después de haber leído y analizado el Instrumento de Recolección de Datos del Ensayo de Densidad se procederá a evaluar con una (X) en los recuadros que aparecen en la tabla de la ficha de validación.
3. Se solicita dejar una opinión respecto de lo que le pareció el Instrumento de Recolección de Datos del Ensayo de Densidad.
4. Los valores que se marcan serán promediados para saber el puntaje final del Instrumento de Recolección de Datos del Ensayo de Densidad.

I. DATOS INFORMATIVOS

Apellido y Nombre del Experto	Cargo o Institución donde Labora	Celular	DNI	C.I.P.	Firma del Experto

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	MALO (51 - 60)	REGULAR (61 - 70)	BUENO (71 - 80)	MUY BUENO (81 - 90)	EXCELENTE (91 - 100)
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado					
OBJETIVIDAD	Está expresada en conductas observables					
ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos					
COHERENCIA	Entre los pasos que se sigue para lograr los ensayos					
METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					
OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno o más adecuado					

III. OPINIÓN DEL EXPERTO RESPECTO A LA APLICACIÓN

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

Promedio =

FICHA DE VALIDACIÓN

PROYECTO : PAVIMENTO POROSO PREFABRICADO A BASE DE TERMOPLÁSTICOS - PoliPlasTher Road, OXAPAMPA 2020			REGISTRO Nº : VALI - DSC - 01		
TESISTA : JOE HANNEY CALDERÓN ALVAREZ			PÁGINA Nº : 01 de 01		
UBICACIÓN :	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	FECHA : lunes, 15 de Noviembre de 2021	
	PASCO	OXAPAMPA	OXAPAMPA		

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA TEMPERATURAS DE TRANSICIÓN Y ENTALPÍAS DE FUSIÓN Y CRISTALIZACIÓN DE POLÍMEROS POR CALORIMETRÍA DIFERENCIAL DE BARRIDO
(ASTM D3418-21 (2021))**INSTRUCCIONES:**

1. Por favor de colocar todos sus datos solicitados en los recuadros.
2. Después de haber leído y analizado el Instrumento de Recolección de Datos del Ensayo de DSC (Calorimetría diferencial de barrido) se procederá a evaluar con una (X) en los recuadros que aparecen en la tabla de la ficha de validación.
3. Se solicita dejar una opinión respecto de lo que le pareció el Instrumento de Recolección de Datos del Ensayo de DSC (Calorimetría diferencial de barrido).
4. Los valores que se marcan serán promediados para saber el puntaje final del Instrumento de Recolección de Datos del Ensayo de DSC (Calorimetría diferencial de barrido).

I. DATOS INFORMATIVOS

Apellido y Nombre del Experto	Cargo o Institución donde Labora	Celular	DNI	C.I.P.	Firma del Experto

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	MALO (51 - 60)	REGULAR (61 - 70)	BUENO (71 - 80)	MUY BUENO (81 - 90)	EXCELENTE (91 - 100)
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado					
OBJETIVIDAD	Está expresada en conductas observables					
ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos					
COHERENCIA	Entre los pasos que se sigue para lograr los ensayos					
METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					
OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno o más adecuado					

III. OPINIÓN DEL EXPERTO RESPECTO A LA APLICACIÓN

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

Promedio =

FICHA DE VALIDACIÓN

PROYECTO : PAVIMENTO POROSO PREFABRICADO A BASE DE TERMOPLÁSTICOS - PoliPlasTher Road, OXAPAMPA 2020			REGISTRO Nº : VALI - TGA - 01		
TESISTA : JOE HANNEY CALDERÓN ALVAREZ			PÁGINA Nº : 01 de 01		
UBICACIÓN :	DEPARTAMENTO PASCO	PROVINCIA OXAPAMPA	DISTRITO OXAPAMPA	FECHA : Lunes, 15 de Noviembre de 2021	

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA ANÁLISIS COMPOSICIONAL POR TERMOGRAVIMETRÍA
(ASTM E1131-20 (2020))

INSTRUCCIONES:

1. Por favor de colocar todos sus datos solicitados en los recuadros.
2. Después de haber leído y analizado el Instrumento de Recolección de Datos del Ensayo de TGA (Termogravimetría) se procederá a evaluar con una (X) en los recuadros que aparecen en la tabla de la ficha de validación.
3. Se solicita dejar una opinión respecto de lo que le pareció el Instrumento de Recolección de Datos del Ensayo de TGA (Termogravimetría).
4. Los valores que se marcan serán promediados para saber el puntaje final del Instrumento de Recolección de Datos del TGA (Termogravimetría).

I. DATOS INFORMATIVOS

Apellido y Nombre del Experto	Cargo o Institución donde Labora	Celular	DNI	C.I.P.	Firma del Experto

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	MALO (51 - 60)	REGULAR (61 - 70)	BUENO (71 - 80)	MUY BUENO (81 - 90)	EXCELENTE (91 - 100)
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado					
OBJETIVIDAD	Está expresada en conductas observables					
ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos					
COHERENCIA	Entre los pasos que se sigue para lograr los ensayos					
METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					
OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno o más adecuado					

III. OPINIÓN DEL EXPERTO RESPECTO A LA APLICACIÓN

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

Promedio =

FICHA DE VALIDACIÓN

PROYECTO : PAVIMENTO POROSO PREFABRICADO A BASE DE TERMOPLÁSTICOS - PoliPlasTher Road, OXAPAMPA 2020			REGISTRO Nº : VALI - FUSI - 01		
TESISTA : JOE HANNEY CALDERÓN ALVAREZ			PÁGINA Nº : 01 de 01		
UBICACIÓN :	DEPARTAMENTO PASCO	PROVINCIA OXAPAMPA	DISTRITO OXAPAMPA	FECHA : Lunes, 15 de Noviembre de 2021	

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA TEMPERATURAS DE FUSIÓN Y CRISTALIZACIÓN POR ANÁLISIS TÉRMICO
(ASTM E794-06 (2018))

INSTRUCCIONES:

1. Por favor de colocar todos sus datos solicitados en los recuadros.
2. Después de haber leído y analizado el Instrumento de Recolección de Datos del Ensayo de Temperaturas de Fusión y Cristalización se procederá a evaluar con una (X) en los recuadros que aparecen en la tabla de la ficha de validación.
3. Se solicita dejar una opinión respecto de lo que le pareció el Instrumento de Recolección de Datos del Ensayo de Temperaturas de Fusión y Cristalización.
4. Los valores que se marcan serán promediados para saber el puntaje final del Instrumento de Recolección de Datos del Ensayo de Temperaturas de Fusión y Cristalización.

I. DATOS INFORMATIVOS

Apellido y Nombre del Experto	Cargo o Institución donde Labora	Celular	DNI	C.I.P.	Firma del Experto

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	MALO (51 - 60)	REGULAR (61 - 70)	BUENO (71 - 80)	MUY BUENO (81 - 90)	EXCELENTE (91 - 100)
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado					
OBJETIVIDAD	Está expresada en conductas observables					
ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos					
COHERENCIA	Entre los pasos que se sigue para lograr los ensayos					
METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					
OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno o más adecuado					

III. OPINIÓN DEL EXPERTO RESPECTO A LA APLICACIÓN

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

Promedio =

FICHA DE VALIDACIÓN

PROYECTO : PAVIMENTO POROSO PREFABRICADO A BASE DE TERMOPLÁSTICOS - PoliPlasTher Road, OXAPAMPA 2020			REGISTRO Nº : VALI - TRAC - 01
TESISTA : JOE HANNEY CALDERÓN ALVAREZ			PÁGINA Nº : 01 de 01
UBICACIÓN :	DEPARTAMENTO PASCO	PROVINCIA OXAPAMPA	DISTRITO OXAPAMPA
			FECHA : lunes, 15 de Noviembre de 2021

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE TRACCIÓN DE PLÁSTICOS

(ASTM D638 - 14)

INSTRUCCIONES:

1. Por favor de colocar todos sus datos solicitados en los recuadros.
2. Después de haber leído y analizado el Instrumento de Recolección de Datos del Ensayo de Resistencia a la Tracción se procederá a evaluar con una (X) en los recuadros que aparecen en la tabla de la ficha de validación.
3. Se solicita dejar una opinión respecto de lo que le pareció el Instrumento de Recolección de Datos del Ensayo de Resistencia a la Tracción.
4. Los valores que se marcan serán promediados para saber el puntaje final del Instrumento de Recolección de Datos del Ensayo de Resistencia a la Tracción.

I. DATOS INFORMATIVOS

Apellido y Nombre del Experto	Cargo o Institución donde Labora	Celular	DNI	C.I.P.	Firma del Experto

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	MALO (51 - 60)	REGULAR (61 - 70)	BUENO (71 - 80)	MUY BUENO (81 - 90)	EXCELENTE (91 - 100)
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado					
OBJETIVIDAD	Está expresada en conductas observables					
ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos					
COHERENCIA	Entre los pasos que se sigue para lograr los ensayos					
METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					
OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno o más adecuado					

III. OPINIÓN DEL EXPERTO RESPECTO A LA APLICACIÓN

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

Promedio =

FICHA DE VALIDACIÓN

PROYECTO : PAVIMENTO POROSO PREFABRICADO A BASE DE TERMOPLÁSTICOS - PoliPlasTher Road, OXAPAMPA 2020		REGISTRO Nº : VALI - FEX - 01		
TESISTA : JOE HANNEY CALDERÓN ALVAREZ		PÁGINA Nº : 01 de 01		
UBICACIÓN :	DEPARTAMENTO PASCO	PROVINCIA OXAPAMPA	DISTRITO OXAPAMPA	FECHA : lunes, 15 de Noviembre de 2021

MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE FLEXIÓN DE PLÁSTICOS NO REFORZADOS Y REFORZADOS Y MATERIALES AISLANTES ELÉCTRICOS
(ASTM D790 - 17)

INSTRUCCIONES:

1. Por favor de colocar todos sus datos solicitados en los recuadros.
2. Después de haber leído y analizado el Instrumento de Recolección de Datos del Ensayo de Resistencia a la Flexión se procederá a evaluar con una (X) en los recuadros que aparecen en la tabla de la ficha de validación.
3. Se solicita dejar una opinión respecto de lo que le pareció el Instrumento de Recolección de Datos del Ensayo de Resistencia a la Flexión.
4. Los valores que se marcan serán promediados para saber el puntaje final del Instrumento de Recolección de Datos del Ensayo de Resistencia a la Flexión.

I. DATOS INFORMATIVOS

Apellido y Nombre del Experto	Cargo o Institución donde Labora	Celular	DNI	C.I.P.	Firma del Experto

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	MALO (51 - 60)	REGULAR (61 - 70)	BUENO (71 - 80)	MUY BUENO (81 - 90)	EXCELENTE (91 - 100)
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado					
OBJETIVIDAD	Está expresada en conductas observables					
ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos					
COHERENCIA	Entre los pasos que se sigue para lograr los ensayos					
METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					
OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno o más adecuado					

III. OPINIÓN DEL EXPERTO RESPECTO A LA APLICACIÓN

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

Promedio =

ANEXO 5. Normativa

Nº	NORMATIVA	ABREVIATURA
1	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD DE PLÁSTICOS POR LA TÉCNICA DE GRADIENTE DE DENSIDAD	ASTM D1505 - 18
2	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA TEMPERATURAS DE FUSIÓN Y CRISTALIZACIÓN POR ANÁLISIS TÉRMICO	ASTM E794-06 (2018)
3	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA TEMPERATURAS DE FUSIÓN Y CRISTALIZACIÓN POR ANÁLISIS TÉRMICO	ASTM E794-06 (2018))
4	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA TEMPERATURAS DE FUSIÓN Y CRISTALIZACIÓN POR ANÁLISIS TÉRMICO	ASTM E794-06 (2018))
5	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE TRACCIÓN DE PLÁSTICOS	ASTM D638 - 14
6	MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PROPIEDADES DE FLEXIÓN DE PLÁSTICOS NO REFORZADOS Y REFORZADOS Y MATERIALES AISLANTES ELÉCTRICOS	ASTM D790 - 17
7	MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO	DG-2018

ANEXO 6. Panel fotográfico



**Fotografía 1. Muestra de plástico
PET.**



**Fotografía 2. Muestra de plástico
PE-HD.**



**Fotografía 3. Muestra de plástico
PE-LD.**



**Fotografía 4. Muestra de plástico
PP.**



**Fotografía 5. Fabricación de horno,
estructura interior.**



Fotografía 6. Soporte para el horno.



**Fotografía 7. Resistencia para calor
de 1000 Watts.**



**Fotografía 8. Termostato de control
de temperatura.**



Fotografía 9. Colocación de resistencia y el soporte para el horno.



Fotografía 10. Gata mecánica para presión en el molde.



Fotografía 11. Plancha metálica que sube con gata mecánica.



Fotografía 12. Fabricación del horno final.



Fotografía 13. Tara para pesar plástico.



Fotografía 14. Pesa electrónica de 10 gramos de precisión.



Fotografía 15. Peso de tara.



Fotografía 16. Tara + PET.



Fotografía 17. Tara + PE-HD.



Fotografía 18. Tara + PE-LD.



Fotografía 19. Tara + PP.



Fotografía 20. Mezcla de los plásticos pesados.



Fotografía 21. Tara + PET + PE-HD + PE-LD + PP



Fotografía 22. Colocación de muestra en el horno.



Fotografía 23. Se aplicación una plancha encima y presión a través de la gata mecánica.



Fotografía 24. Primer control de temperatura con el termostato.



Fotografía 25. Segundo control de temperatura con el termostato.



Fotografía 26. Producto de lámina de 60x60 de ancho por 4 mm de espesor para llevar a laboratorio.

ANEXO 7. Hoja de cálculos



SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS
QUÍMICOS S.A.C. SLAB

6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS OBTENIDOS DE PROPIEDADES TÉRMICAS (DSC y TGA)

- Método: ASTM D3418 "Método de prueba estándar para temperaturas de transición y entalpías de fusión y cristalización de polímeros por calorimetría diferencial de barrido". ASTM E1131 "Método de prueba estándar para análisis composicional por Termogravimetría".
- Equipo Utilizado: Analizador térmico Perkin Elmer
- Rango de Temperatura: 35,00 °C a 950,00 °C a 10,00 °C/min - Atmósfera de Nitrógeno
- Peso de prueba: 38.799 mg.



Figura N°1: Termograma de DSC de la muestra

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.


DIEGO ROMÁN VARGAS
Químico
CQP - 1337

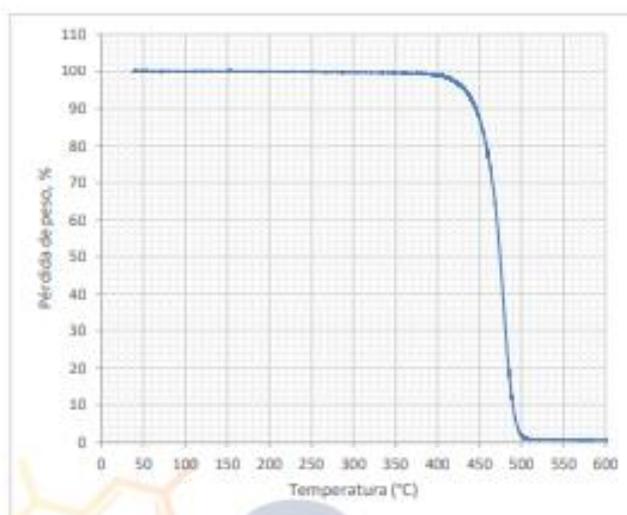


Figura N°2: Diagrama TGA de la muestra

- A partir de la curva DSC se observa que la temperatura de fusión es de 137.9 °C.
- La muestra comenzó a perder su forma sólida a alrededor de 87 °C, que se dice que es la temperatura de transición vítrea del HDPE y el punto de fusión de inicio apareció aproximadamente a los 124 °C, el cual es un proceso endotérmico.
- La curva TGA muestra la variación porcentual de masa de la muestra en función de la temperatura, el cual inicia en el rango de 350 °C a 400 °C, completándose hasta 0.00 % en 500 °C

6.2. RESULTADOS DE DENSIDAD

- Método: ASTM D1505 "Método de prueba estándar para determinar la densidad de plásticos mediante la técnica de gradiente de densidad".

TABLA N°2: ENSAYO DE DENSIDAD

Código de laboratorio	Densidad g/cc
S-2830	0.957

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.


 DIEGO ROMÁN FERRER
 QUÍMICO
 CQP. 1397

6.3. RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN

- Método: ASTM D638 "Método de prueba estándar para determinar las propiedades de tracción de los plásticos".
- Equipo utilizado: Equipo de Tracción Universal.
- Marca y modelo: Mecmesin – OMNITEST 25 KN

TABLA N°3: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN

Probeta	Fuerza máxima	Esfuerzo MPa	Elongación %
1	498.227	6.62	2.84
2	403.808	6.58	2.39
3	496.293	6.84	2.03
4	493.796	6.18	1.86
5	482.967	6.34	1.89
6	531.479	6.96	2.24
7	615.712	7.93	2.37
8	424.096	5.46	1.80
9	435.367	5.60	1.81
10	492.257	6.26	2.73
Promedio	487.400	6.38	2.19

6.4. RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

- Método: ASTM D790 "Métodos de prueba estándar para determinar las propiedades de resistencia a la flexión de los plásticos reforzados y no reforzados y los materiales de aislamiento eléctrico".
- Equipo utilizado: Equipo de Tracción Universal.
- Marca y modelo: Mecmesin – OMNITEST 25 KN

TABLA N°4: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Probeta	Esfuerzo MPa
1	7.42
2	7.54
3	7.46
4	7.83
5	7.41
Promedio	7.53

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

FIN DE DOCUMENTO



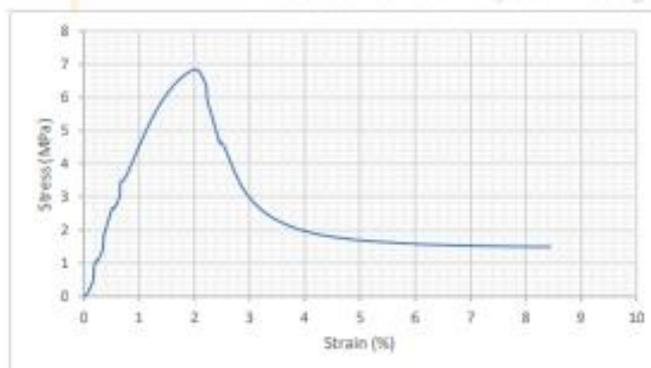
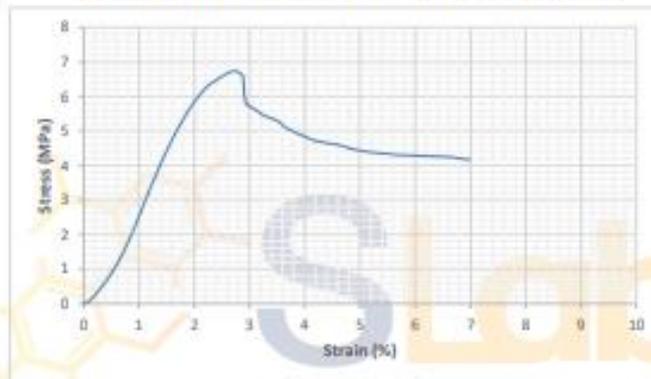
DIEGO ROMERO VILLARREAL D'AMICO
QUÍMICO
CQP. 1337

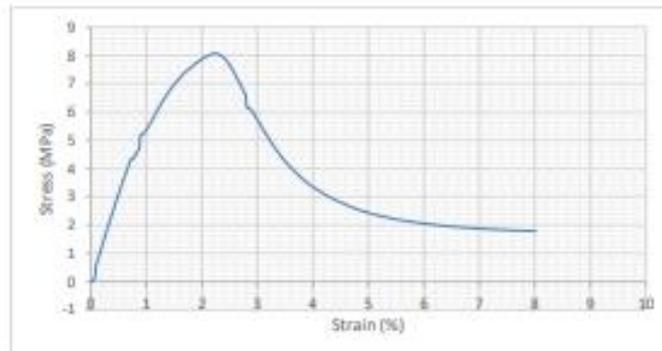
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA
GRÁFICAS DE ESFUERZO DEFORMACIÓN

1. DATOS DEL CLIENTE

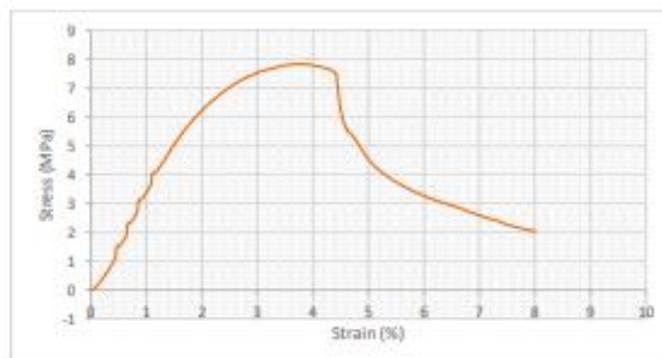
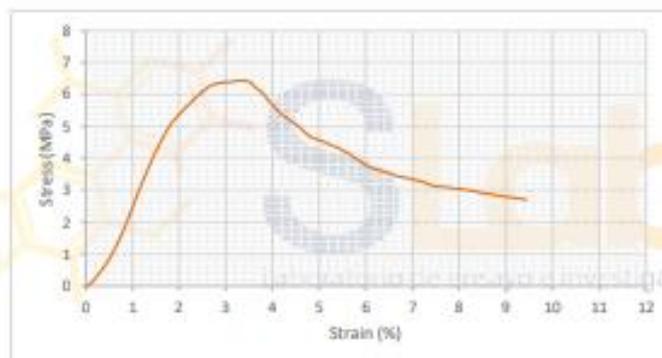
- | | | |
|---------------|---|--|
| 1.1 Cliente | : | HANNEY ALVAREZ |
| 1.2 RUC o DNI | : | 73126652 |
| 1.3 Proyecto | : | PAVIMENTO POROSO PREFABRICADO A BASE DE TERMOPLÁSTICOS
- POLIPLASTER ROAD, OXAPAMPA 2020. |

Algunas gráficas para la muestra M1 (Ensayo Tracción - Elongación)





Algunas gráficas para la muestra M2 (Ensayo Tracción - Elongación)



6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS OBTENIDOS DE PROPIEDADES TÉRMICAS (DSC y TGA)

- Método: ASTM D3418 "Método de prueba estándar para temperaturas de transición y entalpías de fusión y cristalización de polímeros por calorimetría diferencial de barrido". ASTM E1131 "Método de prueba estándar para análisis composicional por Termogravimetría".
- Equipo Utilizado: Analizador térmico Perkin Elmer
- Rango de Temperatura: 35,00 °C a 950,00 °C a 10,00 °C/min - Atmósfera de Nitrógeno
- Peso de prueba: 38,523 mg.

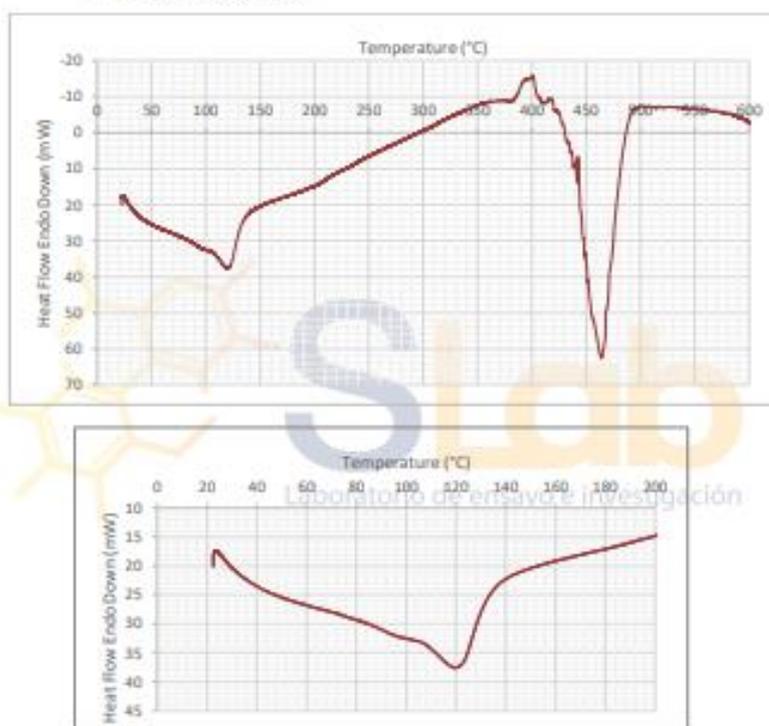


Figura N°1: Termograma de DSC de la muestra

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.


 DIEGO ROMANO VILLAGRAN D'AMIGO
 químico
 CGP. 1337

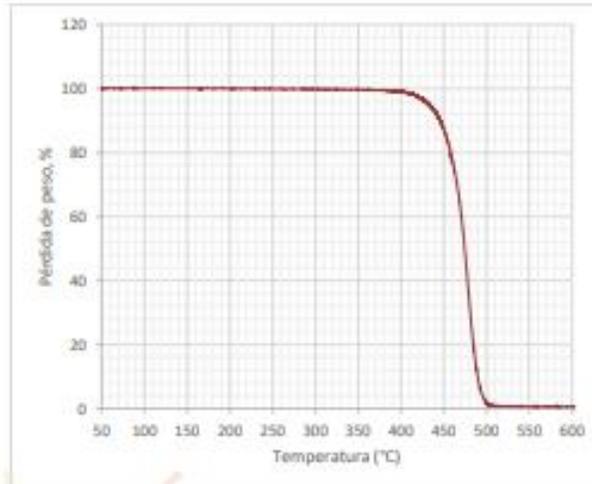


Figura N°2: Diagrama TGA de la muestra

- A partir de la curva DSC se observa que la temperatura de fusión es de 120 °C.
- La muestra comenzó a perder su forma sólida a alrededor de 85 °C, que se dice que es la temperatura de transición vítrea del HDPE y el punto de fusión de inicio apareció aproximadamente a los 106.4 °C, el cual es un proceso endotérmico.
- La curva TGA muestra la variación porcentual de masa de la muestra en función de la temperatura, el cual inicia en el rango de 350 °C a 400 °C, completándose hasta 0.00 % en 500 °C

Laboratorio de ensayo e investigación

6.2. RESULTADOS DE DENSIDAD

- Método: ASTM D1505 "Método de prueba estándar para determinar la densidad de plásticos mediante la técnica de gradiente de densidad".

TABLA N°2: ENSAYO DE DENSIDAD

Código de laboratorio	Densidad g/cc
S-2639	0.941

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.



Diego Romero
QUÍMICO
CGP. 1337

6.3. RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN

- Método: ASTM D638 "Método de prueba estándar para determinar las propiedades de tracción de los plásticos".
- Equipo utilizado: Equipo de Tracción Universal.
- Marca y modelo: Mecmesin – OMNITEST 25 KN

TABLA N°3: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN

Probeta	Fuerza máxima	Esfuerzo MPa	Elongación %
1	547.750	8.00	3.72
2	568.600	7.87	3.83
3	711.069	8.88	4.42
4	563.534	7.53	4.20
5	709.549	7.99	3.87
6	567.768	6.49	3.43
7	672.823	7.88	4.31
8	558.781	6.50	3.18
9	722.367	8.73	4.05
10	692.997	8.11	3.55
Promedio	631.524	7.80	3.86

6.4. RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

- Método: ASTM D790 "Métodos de prueba estándar para determinar las propiedades de resistencia a la flexión de los plásticos reforzados y no reforzados y los materiales de aislamiento eléctrico".
- Equipo utilizado: Equipo de Tracción Universal.
- Marca y modelo: Mecmesin – OMNITEST 25 KN

TABLA N°4: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

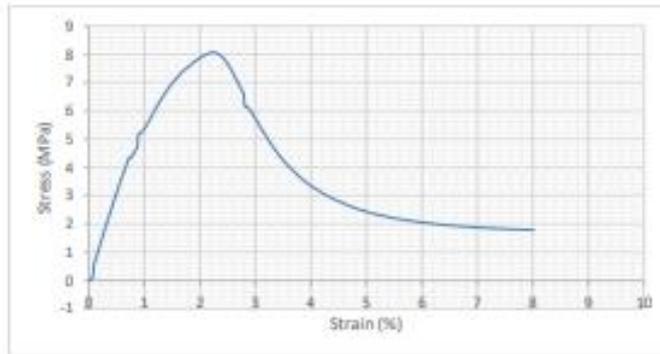
Probeta	Esfuerzo MPa
1	8.57
2	8.43
3	7.97
4	8.32
5	8.36
Promedio	8.33

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

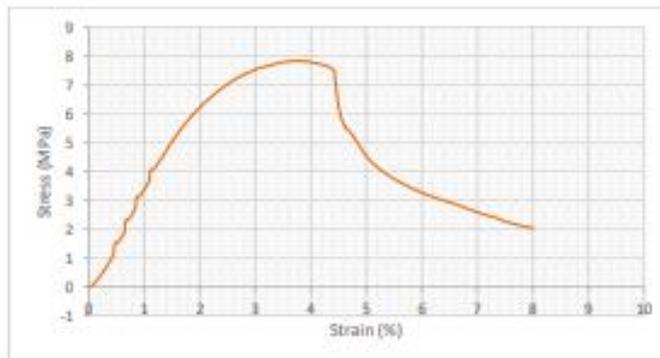
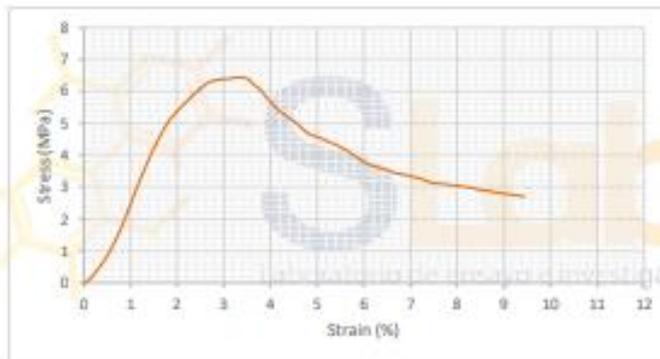
FIN DE DOCUMENTO

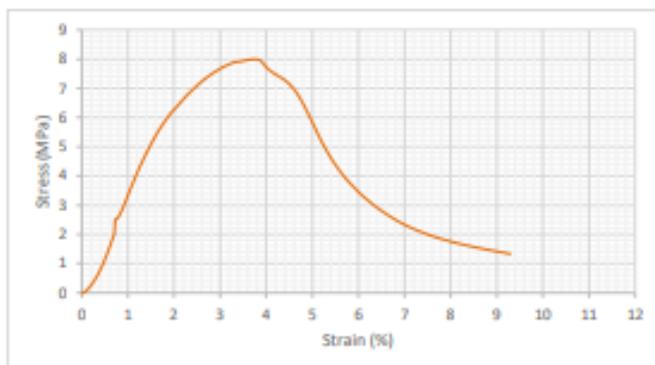


Diego Romano
QUÍMICO
CQP. 1337



Algunas gráficas para la muestra M2 (Ensayo Tracción - Elongación)





6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS OBTENIDOS

TABLA N°2: ENSAYO DE PERMEABILIDAD MUESTRA M1

Probeta	Área de prueba, cm ²	Tiempo de Prueba, Horas	Permeabilidad L/m ² día
1	25	24	< 0.5
2	25	24	< 0.5
3	25	24	< 0.5

TABLA N°3: ENSAYO DE PERMEABILIDAD MUESTRA M2

Probeta	Área de prueba, cm ²	Tiempo de Prueba, Horas	Permeabilidad L/m ² día
1	25	24	< 0.5
2	25	24	< 0.5
3	25	24	< 0.5

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.



FIN DE DOCUMENTO



Diego Román Viqueira D'Amico
QUÍMICO
CGP. 1337

ANEXO 8. Certificados de laboratorio de los ensayos



SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS
QUÍMICOS S.A.C. SLAB

INFORME DE ENSAYO

IE-081121-02

1. DATOS DEL CLIENTE

- 1.1 Cliente : HANNEY ALVAREZ
1.2 RUC o DNI : 73126652
1.3 Proyecto : PAVIMENTO POROSO PREFABRICADO A BASE DE TERMOPLÁSTICOS
- POLIPLASTER ROAD, OXAPAMPA 2020.

2. FECHAS

- 2.1 Inicio : 12 de noviembre de 2021
2.2 Fin : 16 de noviembre de 2021
2.3 Emisión de informe : 17 de noviembre de 2021

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

- 3.1 Temperatura : 20.0 °C
3.2 Humedad Relativa : 63 %

4. ENSAYO SOLICITADO Y METODOLOGÍA UTILIZADA

- 4.1 Ensayo solicitado / Método Utilizado : Propiedades Térmicas DSC (Calorimetría diferencial de barrido)
TGA- Termogravimetría / ASTM D3418/ ASTM E1131
Densidad / ASTM D1505
Resistencia a la tracción / ASTM D638
Resistencia a la elongación / ASTM D638
Resistencia a la Flexión / ASTM D790

5. DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

TABLA N°1: Datos de la muestra analizada

Código de laboratorio	Nombre del producto	Datos Adicionales
S-2830	M1 PET-15% PELD-40% PEHD-25% PP-20%	<ul style="list-style-type: none">Láminas de espesor aprox. 4 mm.Muestra proporcionada por el clienteCondición de la muestra: Visualmente en buen estado.

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.


DIEGO ROMANO VERGARA / TÉCNICO
QUÍMICO
CQP. 1337

INFORME DE ENSAYO

IE-081121-03

1. DATOS DEL CLIENTE

- 1.1 Cliente : HANNEY ALVAREZ
1.2 RUC o DNI : 73126652
1.3 Proyecto : PAVIMENTO POROSO PREFABRICADO A BASE DE TERMOPLÁSTICOS
- POLIPLASTER ROAD, OXAPAMPA 2020.

2. FECHAS

- 2.1 Inicio : 12 de noviembre de 2021
2.2 Fin : 16 de noviembre de 2021
2.3 Emisión de informe : 17 de noviembre de 2021

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

- 3.1 Temperatura : 20.0 °C
3.2 Humedad Relativa : 63 %

4. ENSAYO SOLICITADO Y METODOLOGÍA UTILIZADA

- 4.1 Ensayo solicitado / Método Utilizado : Propiedades Térmicas DSC (Calorimetría diferencial de barrido)
TGA- Termogravimetría / ASTM D3418/ ASTM E1131
Densidad / ASTM D1505
Resistencia a la tracción / ASTM D638
Resistencia a la elongación / ASTM D638
Resistencia a la Flexión / ASTM D790

5. DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

TABLA N°1: Datos de la muestra analizada

Código de laboratorio	Nombre del producto	Datos Adicionales
S-2839	M2 PET-10% PEHD-25% PELD-50% PP-15%	<ul style="list-style-type: none">Láminas de espesor aprox. 4 mm.Muestra proporcionada por el clienteCondición de la muestra: Visualmente en buen estado.

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.



Diego Romano Vergara
QUÍMICO
CQP. 1337

INFORME DE ENSAYO

IE-081121-04

1. DATOS DEL CLIENTE

- 1.1 Cliente : HANNEY ALVAREZ
1.2 RUC o DNI : 73126652
1.3 Proyecto : PAVIMENTO POROSO PREFABRICADO A BASE DE TERMOPLÁSTICOS - POLIPLASTER ROAD, OXAPAMPA 2020.

2. FECHAS

- 2.1 Inicio : 14 de noviembre de 2021
2.2 Fin : 17 de noviembre de 2021
2.3 Emisión de informe : 18 de noviembre de 2021

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

- 3.1 Temperatura : 20.0 °C
3.2 Humedad Relativa : 61 %

4. ENSAYO SOLICITADO Y METODOLOGÍA UTILIZADA

- 4.1 Ensayo solicitado / Método Utilizado : Permeabilidad/ Gravimetría.

5. DATOS DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS

TABLA N°1: Datos de las muestras analizadas

Código de laboratorio	Nombre del producto	Datos Adicionales
S-2830	M1 PET-15% PELD-40% PEHD-25% PP-20%	<ul style="list-style-type: none"> Láminas de espesor aprox. 4 mm. Muestra proporcionada por el cliente Condición de la muestra: Visualmente en buen estado.
S-2839	M2 PET-10% PEHD-25% PELD-50% PP-15%	<ul style="list-style-type: none"> Láminas de espesor aprox. 4 mm. Muestra proporcionada por el cliente Condición de la muestra: Visualmente en buen estado.

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.



Diego Roxas Vergara Urbino
QUÍMICO
CQP. 1937

ANEXO 9. Certificados de calibración del equipo



testing to perfection

CERTIFICATE OF VERIFICATION

Date of issue: **30/07/2021**

Customer reference: **2021-0046**

Issued to: **SISTEMA DE SERVICIO Y ANALISIS QUIMICO**
Calle 22, MZ-E, LT-7
Urb. Vipol de San Martín de Porres
Lima
PERU

Instrument type: **OmniTest 25kN (US) (110v)**

Serial number(s): **21-1066-06**

Date of verification: **25/06/2021**

Verification method: **Mecmesin Internal (Speed)**

Approved signature: *J.Mole*

Name printed here: **J.Mole**

Certificate number: **142166-1**

Original

SLab

Laboratorio de ensayo e investigación

The calibration was performed using the following method and equipment.

details available on request

(Authorised Technician)

This is to certify that the operational speed of the above instrument was verified using the method stated above. Where possible, this instrument was also independently checked using a technician. PASS / FAIL is determined by the specification stated in the product database.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with prior written approval of the issuing laboratory. If upon reproduction, any part of this report is copied, Mecmesin will not bear any responsibility for content, accuracy and completeness of that reproduction. This report has legal value only when printed on Mecmesin paper and furnished with an authorised signature. Digital versions of this report have no legal value. The terms and conditions of Mecmesin Ltd can be found at www.mecmesin.com and applicable to all services provided by Mecmesin Ltd.

Normal Speed m/s/min	Up/Down m/s/min	PASS / FAIL	Down/Up-Catch m/s/min	PASS / FAIL
0.00	0.00	PASS	-0.00	PASS
0.05	0.050	PASS	-0.050	PASS
1.00	1.000	PASS	-0.997	PASS
50.00	49.969	PASS	-49.956	PASS
200.0	199.881	PASS	-199.868	PASS
1000.0	999.440	PASS	-999.440	PASS

End of Report

Force & Torque Test Solutions

Mecmesin Ltd, Newton House, Spring Copse Business Park, Slinfold, West sussex, RH13 0SZ, United Kingdom

t: +44 (0) 1403 799979 • f: +44 (0) 1403 799975 • UK Sales +44 (0) 1403 799910 • Export Sales +44 (0) 1403 799916

Service & Calibration: t: +44 (0) 1403 799920 • e: info@mecmesin.com • www.mecmesin.com

Registered in England No. 1302539

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Date of issue: **30/07/2021** Certificate number: **142166-2**
Customer reference: **2021-0046** Original
Issued to: **SISTEMA DE SERVICIO Y ANALISIS QUIMICO**
Calle 22, MZ-E, LT-7
Urb. Vipol de San Martin de Porres
Lima
PERU

Instrument type: **OmniTest 25kN**
Serial number(s): **(US) (110v)**
21-1066-06

Date of calibration: **25/06/2021**
The calibration was performed using the following method and equipment.

Calibration method: **Mecmesin Internal (Length)** details available on request
Identification of standards used: **L81 L82 L84 L86**

Approved signature: *José Mole*
Name printed here: **J.Mole** (Authorised Technician)

This is to certify that the above test stand was verified at Mecmesin Ltd's test area using length standards calibrated by appropriate UKAS-approved laboratories.

The UKAS Certificates are available for examination on the Mecmesin Ltd website and these detail the traceability chain to UK National Standards. Calibration was performed under the environmental conditions present at the time. 'PASS / FAIL' is determined by the specification stated in the product database.

This certificate may not be reproduced other than in full, except with prior written approval of the issuing laboratory. If, upon reproduction, any part of this report is signed, Mecmesin will not bear any responsibility for content, purpose and consequences of that reproduction. This report has legal value only when printed on Mecmesin paper and furnished with an approved signature. Digital versions of this report have no legal value. The terms and conditions of Mecmesin Ltd (to be found at www.mecmesin.com) are applicable to all services provided by Mecmesin Ltd.

Nominal Length mm	Instrument Reading mm	PASS / FAIL
0.000	0.000	PASS
100.000	99.978	PASS
200.000	199.956	PASS
400.000	399.919	PASS
600.000	599.882	PASS

End of Report

Force & Torque Test Solutions

Mecmesin Ltd, Newton House, Spring Copse Business Park, Slinfold, West Sussex, RH13 0SZ, United Kingdom
t: +44 (0) 1403 799979 - f: +44 (0) 1403 799975 • UK Sales +44 (0) 1403 799910 • Export Sales +44 (0) 1403 799916
Service & Calibration: t: +44 (0) 1403 799920 • e: info@mecmesin.com • www.mecmesin.com

Registered in England No. 1362539

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Page 1 of 2

Date of issue: **30/07/2021** Certificate number: **142166-4**
Customer reference: **2021-0046** Original
Issued to: **SISTEMA DE SERVICIO Y ANALISIS QUIMICO**
Calle 22, M2-E, LT-7
Urb. Vical de San Martin de Porres
Lima
PERU

Device manufacturer: **Mecmesin Ltd**
Device identification: **ELS 10 kN**
Serial number: **21-0151-06**
Date of calibration: **21/06/2021**
Location of calibration: **Mecmesin Ltd, Slinfold, West Sussex, RH13 0SZ**

The calibration was performed using the following method and equipment.

Calibration method: **Mecmesin Internal (Force)** details available on request
Identification of the standards used: **TM0294 TM0296**
Allowable tolerance: **±0.5% of reading**

Summary of results: **Based on the measurements in table 1 and the allowable tolerance, this device is considered to be acceptable.**

Approved signature

Name printed here

A. Hosegood

(Authorised Calibration Technician)

The reported uncertainty is based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor of k=2, providing a level of confidence of approximately 95%. The uncertainty evaluation has been carried out in accordance with UKAS requirements.

*When calibrations are performed away from Mecmesin Ltd's calibration laboratory, the quoted uncertainty may differ due to differences in environmental conditions and location. Where necessary and where possible, differences in local gravity may be accounted for and corrected for in the measurements. However, environmental conditions are not accounted for.

This certificate is issued with reference to the laboratory accreditation requirements of BS EN ISO/IEC 17025, although Mecmesin Ltd is itself NOT accredited with the United Kingdom Accreditation Service. It provides traceability of measurement to recognised standards, and to units of measurement realised at the National Physical Laboratory or other recognised national standards laboratories. This certificate may not be reproduced other than in full, except with prior written approval of the issuing laboratory. If, upon reproduction, any part of this report is copied, Mecmesin will not bear any responsibility for content, format and conclusions of that reproduction. This report has legal value only when printed on Mecmesin paper and furnished with an authorised signature. Digital versions of this report have no legal value. The terms and conditions of Mecmesin Ltd can be found at www.mecmesin.com any additional services provided by Mecmesin Ltd.

Force & Torque Test Solutions

Mecmesin Ltd, Newton House, Spring Cope Business Park, Slinfold, West sussex, RH13 0SZ, United Kingdom
t: +44 (0) 1403 799979 • f: +44 (0) 1403 799975 • UK Sales +44 (0) 1403 799910 • Export Sales +44 (0) 1403 799916
Service & Calibration: t: +44 (0) 1403 799920 • e: info@mecmesin.com • www.mecmesin.com

Registered in England No. 1300639

Date of issue: **30/07/2021**Certificate number: **142166-4****Measurement notes:**

1. The temperature was controlled at a nominal $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.
2. No correction for temperature has been made (applied to the results shown in table 1).
3. Where reference load cells are used for measuring applied forces, the actual applied force may be anywhere within $\pm 10\%$ of the nominal.
4. Where calibrated material are used to apply forces, the force read by the device is fixed.
5. The device was always set to read zero at the start of each calibration run.

General notes:

1. If the device has been subject to any major repairs or adjustments it should be recalibrated.
2. If the device is overloaded or damaged then it should be returned to the manufacturer for inspection/repair.
3. Where NPLI is quoted, the accuracy reported relates to the Laboratory method and does not take into account the characteristics of the device under test.
4. Where loading is quoted, three sets of measurements are given with the uncertainty reported indicates device repeatability.

Table 1: Calibration Results

COMPRESSION

Force N	Reading 1 N	Reading 2 N	Reading 3 N	Average N	Error %	Uncertainty ± %	Pass/Fail
500	-500.2	-500.8	-500.8	-500.6	-0.12%	0.21%	PASS
2,000	-2,002.6	-2,002.4	-2,002.0	-2,002.3	-0.11%	0.19%	PASS
4,000	-4,003.0	-4,003.0	-4,003.8	-4,002.3	-0.06%	0.19%	PASS
6,000	-6,005.2	-6,009.0	-6,000.8	-6,001.0	-0.02%	0.17%	PASS
8,000	-8,002.2	-8,003.0	-8,000.6	-8,001.9	-0.02%	0.16%	PASS
10,000	-10,004.8	-9,999.0	-9,998.5	-10,001.1	-0.01%	0.16%	PASS

TENSION

Force N	Reading 1 N	Reading 2 N	Reading 3 N	Average N	Error %	Uncertainty ± %	Pass/Fail
500	500.0	500.4	500.2	500.2	0.00%	0.20%	PASS
2,000	2,002.0	2,002.0	2,002.0	2,001.2	0.06%	0.22%	PASS
4,000	4,002.8	4,002.2	4,002.5	4,002.2	0.05%	0.19%	PASS
6,000	6,004.0	6,003.8	6,004.4	6,004.0	0.07%	0.16%	PASS
8,000	8,003.8	8,002.4	8,003.8	8,003.3	0.06%	0.16%	PASS
10,000	10,002.4	10,008.8	10,002.8	10,007.3	0.07%	0.16%	PASS

Traceability

Equipment	Last calibrated	Calibration due	Certificate no.
TM0294	27/07/20	27/07/22	2007030
TM0296	24/07/20	24/07/22	N/A

Copies of the traceability certificates can be downloaded from

www.mvctest.com/traceability-certificates

End of Report

ANEXO 10. Constancia de servicio de ensayos de laboratorio.



SISTEMAS DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C ANÁLISIS, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN

Lima, 18 de noviembre de 2021

Estimados Señores:

De nuestra consideración tenemos el agrado de saludarlos y por medio del presente notificarles que se ha culminado los servicios de ensayos requeridos. Estos han sido realizados por nuestra representada SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS con RUC 20602031889 a nuestro cliente Hanney Álvarez con DNI 73128852.

Cuadro N°1: Ensayos Realizados

Descripción de producto	Número de Muestras	Tipo de ensayos	Ensayos
Láminas plásticas	02	Físico Mecánicos	<ul style="list-style-type: none">• Propiedades Térmicas DSC (Calorimetría diferencial de barrido)• TGA- Termogravimetría / ASTM D3418/ ASTM E1131• Densidad / ASTM D1505• Permeabilidad/ Gravimetría• Resistencia a la tracción / ASTM D638• Resistencia a la elongación / ASTM D638• Resistencia a la Flexión / ASTM D790

Agradeciéndole antipadamente por su atención, nos despedimos.
Atentamente:

NURIA JULCA IZQUIERDO
Gerente General

ANEXO 11. Pantallazo de turnitin

ev.turnitin.com/app/carta/es/?lang=es&u=1063682655&o=1708715665&s=&student_user=1

feedback studio Joe Hanney Calderon Alvarez | Pavimento poroso prefabricado a base de termoplásticos - PoliPlasTher Road, ...

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PAVIMENTO POROSO PREFABRICADO A BASE DE TERMOPLÁSTICOS – POLIPLASTHER ROAD, OXAPAMPA 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
Calderón Alvarez, Joe Hanney (https://orcid.org/0000-0003-0751-0014)

ASESOR:
Dr. Benites Zúñiga, José Luis (https://orcid.org/0000-0002-5189-0412)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ
2021

Resumen de coincidencias ✕

18 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe	3 %	>
	Fuente de Internet		
2	Entregado a Universida...	1 %	>
	Trabajo del estudiante		
3	core.ac.uk	1 %	>
	Fuente de Internet		
4	es.scribd.com	1 %	>
	Fuente de Internet		
5	docplayer.es	1 %	>
	Fuente de Internet		
6	vsip.info	1 %	>

Página: 1 de 72 | Número de palabras: 18933 | Versión solo texto del informe | Alta resolución | Activado