



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Influencia del polietileno tereftalato reciclado en la resistencia a la  
compresión en el concreto del pavimento rígido, Puno - 2022

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

**AUTORES:**

Bedregal Neyra, Jorge Luis ([orcid.org/0000-0002-0005-5429](https://orcid.org/0000-0002-0005-5429))

Meneses Bailón, Sindy Lizbeth ([orcid.org/0000-0002-3454-9160](https://orcid.org/0000-0002-3454-9160))

**ASESOR:**

Mgr. Dolores Anaya, Dante ([orcid.org/0000-0003-4433-8997](https://orcid.org/0000-0003-4433-8997))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

## Dedicatoria

De: Bedregal Neyra, Jorge Luis  
Dedico mi tesis a mis padres y  
especialmente a mi esposa e hija.

De: Meneses Bailón, Sindy Lizbeth  
Dedico con amor y gratitud a todos  
los que me apoyaron, mi familia.

## Agradecimiento

De: Bedregal Neyra, Jorge Luis

Agradezco a Dios por darme salud y a mis padres por la comprensión, a mi esposa e hija Arya por el apoyo incondicional para así poder completar esta investigación.

De: Meneses Bailón, Sindy Lizbeth

Agradezco a mi madre Estela y a Sten que con su cariño y apoyo incondicional hicieron posible concluir esta tesis.

## Índice de Contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de Contenidos .....	iv
Índice de Tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	10
3.2 Variables y operacionalización .....	10
3.3 Población, muestra y muestreo .....	13
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	14
3.5 Procedimientos .....	15
3.6 Método de análisis de datos .....	20
3.7 Aspectos éticos .....	20
IV. RESULTADOS .....	21
V. DISCUSIÓN .....	30
VI. CONCLUSIONES.....	34
VII. RECOMENDACIONES .....	35
REFERENCIAS .....	36
ANEXOS.....	39

## Índice de Tablas

Tabla 1 Resistencia de compresión.....	14
Tabla 2 Técnicas e instrumentos.....	15
Tabla 3 Diseño de mezcla de concreto para muestra patrón de $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> ..	18
Tabla 4 Resultados de rotura de briquetas.....	22
Tabla 5 Resultados promedio de rotura de briquetas.....	23
Tabla 6 Promedio del ensayo de Cono de Abrams.....	24
Tabla 7 Dosificación de Materiales en Peso por M <sup>3</sup> .....	25
Tabla 8 Resistencia promedio a la compresión.....	27
Tabla 9 Muestra patrón versus 3 % de PET a los 28 días de edad.....	28
Tabla 10 Muestra patrón versus 6 % de PET a los 28 días de edad.....	28
Tabla 11 Muestra patrón versus 9 % de PET a los 28 días de edad.....	29
Tabla 12 Matriz de operacionalización de variables.....	40
Tabla 13 Matriz de consistencia.....	41
Tabla 14 Matriz de Validación del Instrumento.....	42

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1 Granulometría para bases granulares no tratadas .....	9
Figura 2 Reciclaje de PET .....	11
Figura 3 Estructura típica de un pavimento rígido .....	12
Figura 4 Resistencia a la compresión – Ensayo de Rotura Global .....	23
Figura 5 Resultados del ensayo de Cono de Abrams.....	24
Figura 6 Dosificación de materiales en peso por 1m <sup>3</sup> .....	25
Figura 7 Resistencia promedio en porcentaje a la compresión.....	26

## Resumen

El presente proyecto tuvo como objetivo general determinar cómo influye el Polietileno tereftalato (PET) reciclado en la resistencia a la compresión del concreto en el pavimento rígido en la ciudad de Puno, conocer la trabajabilidad con la adición del PET reciclado, incorporar PET reciclado en 3%, 6% y 9% al diseño de mezcla y cuánto es el porcentaje óptimo de adición de PET reciclados para mejorar la compresión. Hemos utilizado la metodología de investigación cuantitativa tipo aplicada y diseño experimental. Se comprobó que la adición del PET influye de manera positiva la resistencia a la compresión del concreto. Se realizó 60 probetas, 5 de muestra patrón  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  y 5 en cada uno de 3%, 6% y 9% añadido plástico PET en reemplazo del agregado grueso. Se consideró la resistencia a los 7, 14 y 28 días teniendo como normas ASTM C-39 y ASTM C-172. Todos los ensayos obtuvieron buena trabajabilidad con asentamientos entre 3" y 4" respetando la norma ACI 211.2. Los porcentajes promedios óptimos adicionados con PET reciclado a los 28 días fueron 3% de 103.34%, 6% fue 105.81% y 9% fue 108%, superando la resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup> que alcanzo 101.22%, es decir todos son porcentajes ideales.

**Palabras clave:** Polietileno tereftalato, Pavimento Rígido, Resistencia

## **Abstract**

The general objective of this project was to determine how recycled Polyethylene Terephthalate (PET) influences the compressive strength of concrete in rigid pavement in the city of Puno, to know the workability with the addition of recycled PET, to incorporate recycled PET in 3 %, 6% and 9% to the mix design and how much is the optimal percentage of recycled PET addition to improve compression. We have used the applied type quantitative research methodology and experimental design. It was found that the addition of PET positively influences the compressive strength of concrete. 60 test tubes were made, 5 of standard sample  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  and 5 each of 3%, 6% and 9% added PET plastic to replace the coarse aggregate. Resistance at 7, 14 and 28 days was considered using ASTM C-39 and ASTM C-172 standards. All the tests obtained good workability with settlements between 3" and 4" respecting the ACI 211.2 standard. The optimal average percentages added with recycled PET in 3% at 28 days was 103.34%, that of 6% was 105.81% and that of 9% was 108%, surpassing the resistance  $210\text{ kg/cm}^2$  that reached 101.22%, that is to say all are ideal percentages.

**Keywords:** Polietileno tereftalato, Rigid Pavement, Resistance



## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad no es habitual el uso a mediana y/o gran escala de los PET reciclados, tenemos el defecto de botarlos lo cual ocasiona contaminación ambiental cuando estos se podrían reutilizar en la construcción de carreteras y vías. Lo mencionado motivó el presente proyecto que utilizó este material reciclado para adicionarlo al diseño de mezclas, para mejorar el aguante a la compresión del concreto. En la ciudad de Puno existen vías urbanas que se encuentran en mal estado o deterioradas, de las cuales observamos agrietamientos y fallas en su estructura ocasionadas por cargas vehiculares y poco aguante a la compresión del concreto, el cual no es suficiente para la solidez del pavimento rígido. Además, los medios de transportes viales son muy importantes para los diferentes tipos de sectores en la economía actual. Tener las vías terrestres en buen estado y usando materiales reciclables irían de la mano con el medio ambiente. Por eso esta tesis buscó alternativas para generar un pavimento rígido que tenga mejor compresión usando materiales reciclados que ayuden al medio ambiente. Por lo expuesto previamente, nos preguntamos principalmente ¿de qué manera influyó los PET reciclados en la resistencia a la compresión en el concreto del pavimento rígido en la ciudad de Puno? Además, ¿cómo mejoró la trabajabilidad con la adición de PET reciclados en el pavimento rígido?, ¿cómo se incorporó el PET reciclado en 3%,6% y 9% en el diseño del concreto para pavimento rígido? y ¿cuánto fue el porcentaje ideal con la adición de PET reciclados para mejorar el pavimento rígido? La investigación buscó incorporar técnicamente materiales reciclados en la ciudad de Puno, para mejorar las propiedades físico mecánicas en los pavimentos rígidos. Tuvo su justificación social, puesto que mejora el aguante de compresión por acción de las cargas vehiculares, generando una mayor durabilidad de una obra de infraestructura vial, colaborando positivamente con la sociedad para el aprovechamiento y utilización de dicho compuesto reciclado sobre los pavimentos rígidos. De igual manera se justificó económicamente dado que se utilizó materiales reciclados proporcionando mejoras en las características físicos mecánicas en pavimentos rígidos, originando menores costos en la producción de pavimentos. El objetivo general fue determinar cómo influye el PET reciclado en la resistencia a la

compresión en el concreto del pavimento rígido en la ciudad de Puno. El primer objetivo específico fue establecer si la adición de los PET reciclados mejoró la trabajabilidad del concreto del pavimento rígido, el segundo objetivo específico fue incorporar el PET reciclado en 3%,6% y 9% en el diseño del concreto para el pavimento rígido y el tercer objetivo específico fue obtener cuánto es el porcentaje óptimo con adición de PET reciclados para mejorar el pavimento rígido. De todo lo comentado líneas arriba, los PET reciclados repercutieron de manera positiva en la mejora de la compresión de los pavimentos rígidos en la ciudad de Puno. Además, la trabajabilidad del pavimento rígido respeta la normativa ACI 211 y finalmente se determinó que el mejor porcentaje para mejorar la compresión del pavimento rígido con la adición de PET reciclados son 3%, 6% y 9%.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **Antecedente Internacional**

Coavas & Segreña (2020) en su proyecto de investigación “Estudio del comportamiento mecánico del concreto con adición de fibras de politeraftalato de etileno (PET)” su objetivo principal fue de hallar la influencia del uso de fibras de Politeraftalato de etileno (PET) y Polipropileno, y así reducir el peso unitario del concreto de 3000 psi comparó y adición el PET en los porcentajes de 4, 6, 8, 12 y 15%, caracterizando sus propiedades del PET, realizando ensayos en laboratorio. Utilizó la metodología de investigación tipo experimental. En sus resultados llega a demostrar que es factible reemplazar los agregados por PET, cada probeta tuvo menor peso. El porcentaje óptimo en la sustitución del agregado grueso fue de 9.8% y a medida que fue aumentando el porcentaje del PET disminuye la compresión. Concluye que la utilización de las fibras Ya efectuado la comprobación, se determinó que la fibra que mejor favorece al comportamiento del concreto son de 2 a 5 mm y en porcentajes de 5% al 6%. También que se puede incluir residuos como las fibras de politerano y genera una caída del 8% sin embargo aumenta en rangos que van desde el 10% al 50% en la resistencia a la tracción. No debe de exceder el 8% del peso total de la mezcla. (Lugo Mejía & Torres Pérez, 2019) En su trabajo de investigación “Caracterización del comportamiento mecánico del concreto simple con adición fibras poliméricas recicladas PET” muestra como Objetivo general mostrar el proceder del concreto con PET reciclados en distintas proporciones, así mismo, su Objetivo específico 1 fue de reunir referencias correspondientes sobre el uso del PET, Objetivo específico 2 instaurar al diseño de mezcla la proporción modelo de los diferentes materiales para 1 m<sup>3</sup>, Objetivo específico 3 establecer la renuencia ante el aplastamiento del concreto con la suma del PET reciclado Objetivo específico 4 comparar la resistencia con y sin el PET, además de hacer un comparativo del balance económico, el trabajo tuvo una metodología experimental, resultando que los PET agregados al concreto provocan un producto beneficioso al estar sujeto y sometido a cargas, conforme a la normativa ACI 211, se realizó el diseño para la resistencia esperada cumpliendo con los controles de calidad de los materiales y ensayos requeridos los cuales son

fundamentales para el diseño de mezcla para 1 m<sup>3</sup>, los resultados brindan una mejoría en el concreto con la adición del PET. Sin PET  $F'c=2844.67$  psi ( $F'c=200$  kg/cm<sup>2</sup>), con la cantidad de 96 kg incluido el PET se obtuvo una renuencia al aplastamiento de  $F'c=3201.67$  psi ( $F'c=225.0997$  kg/cm<sup>2</sup>), una vez realizada la evaluación costo beneficio se evidencio que al aplicar el PET mejora el concreto aumentando la rigidez y permanencia del concreto además del bajo costo. Teniendo la conclusión para tener la mayor resistencia a grandes esfuerzos la cantidad de PET está entre 96 kg y 110 kg respectivamente. (Tapia García, 2017) Los Pavimentos Rígidos tienen una superficie de rodamiento que dependiendo de las circunstancias tienen un armado de acero para obtener una mayor rigidez, distribuyendo de esta forma las cargas vehiculares hacia las capas inferiores, siendo las capas superiores las que reciben directamente toda la carga. A excepción de las juntas o los lados de las losas, este tipo de pavimento rígido no puede deformarse sin presentar una falla estructural, cuyo mantenimiento es mínimo, usualmente se realizan en las juntas de las losas. Además, está conformada su estructura del pavimento: Losa y Subbase.

### **Antecedente Nacional**

(Pinedo Pérez, 2019) en su proyecto titulado “Estudio de resistencia a la compresión del concreto  $F'c= 210$ kg/cm<sup>2</sup>, con la adición de plástico reciclado (PET), en la ciudad de Tarapoto, 2018”, Cuyo objetivo general fue mostrar las características físico mecánicas del concreto agregando el plástico reciclado, como objetivos específicos fue de diseñar el concreto adicionando 5%, 10% y 15% de PET reciclado, además de analizar la rigidez al aplastamiento del concreto adicionando el PET, asimismo estudiar las propiedades físicas del concreto referente a su asentamiento y peso, en la combinación patrón además de la inclusión en los diferentes porcentajes del PET, analizar el empleo del concreto incluido el PET reciclado para la construcción. El proyecto de investigación es de tipo experimental, y se obtuvieron los resultados para el diseño guía un revenimiento de 3.5”, para los 7, 14 y 28 días se obtuvo una rigidez de 154.18 kg/cm<sup>2</sup>, 188.15 kg/cm<sup>2</sup> y 220.01 kg/cm<sup>2</sup>, adicionado el 5% de PET muestra un revenimiento de 3” y una rigidez a los 7,14 y 28 días de 144.73

kg/cm<sup>2</sup>, 177.48 kg/cm<sup>2</sup> y 191.84 kg/cm<sup>2</sup>, adicionado el 10% de PET muestra un revenimiento de 2.5" y una rigidez a los 7,14 y 28 días de 141.50 kg/cm<sup>2</sup>, 161.10 kg/cm<sup>2</sup> y 168.25 kg/cm<sup>2</sup>, adicionado el 15% de PET muestra un revenimiento de 1" y una rigidez a los 7,14 y 28 días de 112.79 kg/cm<sup>2</sup>, 135.05 kg/cm<sup>2</sup> y 151.31 kg/cm<sup>2</sup>. Llegando a la conclusión de que la resistencia al aplastamiento del concreto patrón es mayor a las proporciones adicionados de PET en un 5, 10 y 15 % respectivamente, el concreto patrón tuvo un revenimiento de 3.5" que está en los rangos permisibles, mientras que adicionando el PET en 5, 10 y 15 % se obtuvo 3", 2.5" y 1" concluyendo que mientras más porcentaje de PET menos asentamiento se presenta, de los resultados obtenidos la adición del plástico PET reciclado tiene características que se pueden utilizar en el concreto no estructurales además de disminuir los desechos plásticos. Parra (2019) En su tesis titulada "Aplicación del plástico reciclable en la mezcla de concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> para verificar su influencia en la resistencia a compresión" tuvo como objetivo general diseñar una combinación de concreto para f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> incluyendo plástico reciclable (PET) además de ver su incidencia en la rigidez al aplastamiento, como específico fue distinguir sus características de los elementos de diseño, elaborar un diseño adicionando el plástico reciclable en 210 kg/cm<sup>2</sup>, definir su consistencia y resistencia a compresión añadido el plástico reciclable en 210 kg/cm<sup>2</sup>. Teniendo el diseño de investigación Experimental – cuasi experimental, los resultados se dieron tres dosificaciones adicionando el plástico reciclado en proporciones de 6, 12 y 18% en relación del agregado grueso, se realizó la resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> añadido en 6, 12 y 18% de plástico además de una muestra patrón. Concluyendo que la adición del plástico reciclable en la mezcla de concreto no incrementa en su resistencia al aplastamiento y alcanza en 6% (205.07 kg/cm<sup>2</sup>), en 12% (197.81 kg/cm<sup>2</sup>) y 18% (190.61 kg/cm<sup>2</sup>) versus a muestra patrón (221.79 kg/cm<sup>2</sup>) (Villegas Fernandez, 2021) En su proyecto de investigación "Diseño de mezcla incorporando PET reciclado para mejorar la resistencia y durabilidad del pavimento rígido, Avenida Los Andes –Lima 2020"; su objetivo principal fue de establecer que al adicionar PET en el diseño de mezcla esta logra una mejora en la renuencia y permanencia a través del tiempo en la losa rígida, objetivo

específico 1 precisar si la incorporación del PET reciclado a la estructura de la mezcla, incrementa la trabajabilidad de la losa rígida, objetivo específico 2 establecer si la adición del PET reciclado a la estructura de la mezcla optimiza la renuencia al aplastamiento de la losa rígida. La investigación es cuantitativa y de tipo aplicada. Resultados del diseño del concreto mejoro la durabilidad además de seguir las normas, prosiguiendo con las roturas de los especímenes a los 7,21 y 28 días, del objetivo específico 1 la trabajabilidad se midió efectuando la prueba del cono de abrams: achatamiento natural 10cm, para 1,1.5 y 2.5% fue de 9.5, 9 y 7.5 cm, del objetivo específico 2 efectuados los ensayos del laboratorio indican un patrón positivo referente a la resistencia según el diseño. Se tuvo como Conclusión que la adición de polímeros reciclados PET generaron una mejora en la correlación líquido y cemento en 28 días, se determinó que, al añadir en 1, 1.5 y 2.5% de PET genero un concreto de mayor dureza al aplastamiento los cuales fueron  $f'c=300.14 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c=302.57 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=306.93 \text{ kg/cm}^2$ , se concluyó que en su investigación la adición del plástico reciclado presenta gran estabilidad al concreto y a su vez influye con un aporte a la estructura del pavimento y sus propiedades mecánicas.

### **Antecedente Local**

Carcausto & Lanza (2022) En su tesis titulada “Comportamiento mecánico y físico del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporado con fibras PET para un pavimento rígido, Puno, 2021” se planteó como objetivo general estimar el proceder mecánico y físico del hormigón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la adición del PET, como específico 1 indicar el comportamiento físico en  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  añadido el PET, específico 2 indicar el comportamiento mecánico en  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  añadido el PET, específico 3 indicar la proporción optima al añadir el PET a la  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para una losa rígida. El proyecto de investigación es aplicada, cuasi experimental. Los resultados de las características físicas del agregado grueso con las que se trabajó fueron de la cantera de Yocara (Juliaca) teniendo de guia NTP, tamaño max nominal =1”, peso unitario suelto =  $1591 \text{ kg/cm}^2$ , peso unitario compactado =  $1737 \text{ kg/cm}^2$ , contenido humedad = 2.94%, absorción = 2.80%, las características del agregado fino siguiendo la NTP fueron tamaño max

nominal = N°8", peso unitario suelto = 1532 kg/cm<sup>2</sup>, peso unitario compactado = 1649 kg/cm<sup>2</sup>, contenido humedad = 4.30%, absorción = 2.10%, la dosificación para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> se constituyó por los elementos cemento IP = 346 kg, agua = 163 m<sup>3</sup>, agregado grueso = 1097 kg, agregado fino = 620 kg, PET = 00% (0 kg), para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionado el PET en (0.25, 0.50 y 50%) tenemos cemento IP (346, 343 y 344 kg), agua (163, 162 y 162 m<sup>3</sup>), A. grueso (1099, 1089 y 1090 kg), A. fino (617, 607 y 603 kg) y PET (2, 4 y 6kg), se observó la conducta física de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> de la muestra patrón un achatamiento de 3 " mientras que para  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionado el PET en (0.25, 0.50 y 50%) resulto un revenimiento de (2 ½", 2 ½" y 2 ½") el cual no cumple según la norma ACI 211.1, para el desempeño mecánico del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en su etapa rígida sin PET a los 7 , 14 y 28 días de curado resulto (163.14, 192.78 y 212.67 kg/cm<sup>2</sup>) con (77.69, 91.80 y 101.27%), para la rotura a los 7 días adicionado el PET en proporciones de (0.25, 0.50 y 50%) se obtuvo (167.82, 157.01 y 146.64 kg/cm<sup>2</sup>) con un (79.92, 74.77 y 69.83%), para la rotura a los 14 días adicionado el PET en proporciones de (0.25, 0.50 y 50%) se obtuvo (203.50, 183.13 y 174.62 kg/cm<sup>2</sup>) con un (96.90, 87.21 y 83.15%), para la rotura a los 28 días adicionado el PET en proporciones de (0.25, 0.50 y 50%) se obtuvo (220.24, 204.95 y 198.07 kg/cm<sup>2</sup>) con un (104.88, 97.59 y 94.32%), el resultado ideal adicionado el PET fue del 0.25% el cual llego a una rigidez al aplastamiento de 220.24 kg/cm<sup>2</sup> versus a la muestra patrón 212.67 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyendo que el PET influye de forma positiva en las características mecánicas, pero es desfavorable cuando se realizó la prueba de Slump indicando la falta de plasticidad del concreto, respecto a las características físicas del hormigón adicionado el PET en (0.25, 0.50 y 50%) se presentó un achatamiento de (2 ½", 2 ½" y 2 ½") versus la muestra patrón que obtuvo un achatamiento de 3", en cuanto a las características mecánicas a los 28 días de curado llego alcanzar 212.67 kg/cm<sup>2</sup> mientras adicionando el PET en (0.25, 0.50 y 50%) se obtuvo (220.24, 204.94 y 198.07 kg/cm<sup>2</sup>), la proporción modelo añadido el PET fue de 0.25% esta alcanzo la óptima resistencia a la compresión.

(Rondón Quintana & Reyes Lizcano, 2017) Según su libro la estructura de pavimento rígido está constituida por una losa de concreto entre 18 a 30 cm de grosor, que se sitúa sobrepuesta a la base granular estabilizada. A causa del alto valor elástico del concreto. La tarea primordial de la losa es estructural debido a que pasa los esfuerzos a la subrasante y estas las reparte en una zona más amplia. Los estándares de control entre las losas y las bases de  $c^\circ$  en pavimentos solidos son semejantes durante su conformación, a excepción de componentes que no forman parte de la estructura como son los aceros, uniones y sellos. En pavimentos rígidos, existen dos tipos de losas: 1) Concreto simple (no tiene refuerzo, ni acero) con o sin uniones de dilatación 2) Losa reforzada con acero longitudinal y transversal situada en el eje y en el espaciamiento de las juntas de dilatación. Capa Granular: Es parte de la pavimentación que está abajo de la losa de concreto, conformada por elementos granulosos naturales situados encima de la subbase. En otro momento esta base se presenta en la subrasante, siempre y cuando existe un buen comportamiento mecánico. En pavimentos rígidos evitan el fenómeno del bombeo. Monsalve, Giraldo, & Maya (2012) Es una estructura constituida por concreto hidráulico, apoyada o residida por una capa conformada de material seleccionado llamada sub base. Esta soporta cargas grandes a su vez el pavimento tiene la capacidad de soportar esfuerzos y resistente debido a el diseño. Ospina (2021) el pavimento es una superestructura fabricada sobre una superficie mejorada o natural que sirve de superficie de rodadura para el transporte vehicular diseñada para soportar cargas movibles, es un conjunto de materiales que funcionan químicamente para llegar a una resistencia deseable. Meneses (2010) Para realizar un buen diseño de pavimento rígido se debe saber las fallas que esta conlleva a través del tiempo de uso el cual se presenta mediante fisuras trasversales, longitudinales, roturas en esquinas las cuales se presentan por fallas en la conformación de las sub base o por causas de material malo, asentamientos diferenciales entre otros. Harmse (2002) El concreto es una combinación de materiales como cemento, agregado fino, agregado grueso y agua los cuales deben de ser de calidad. Nilson (2001) Cemento posee las características de adherencia y unión esencial para unificar los agregados y así formar una masa resistente requerida. CACHAY (2003) Agregado fino resulta de



la disgregación particular o también con la intervención artificioso que traspone por un tamiz N°4, el cual debe de ser óptimo. Mientras que el agregado grueso es aquel material que se mantiene en el tamiz N°4 compuesto por grava y/o rocas graníticas. Guevara (2011) El agua es de mucha trascendencia en su relación versus el cemento, puesto que mejora la trabajabilidad y fluidez para así poder llegar a una buena resistencia Algalita Marine Research and education, encontró una isla completamente de plástico, ubicada en las costas de Chile y Perú, cuya superficie fue de 3 millones de kilómetros cuadrados aproximadamente. Zuñiga & Alemán, (2019). En el Perú se producen al año 1.4 millones de toneladas de Polietileno tereftalato (PET) de esa cantidad solo se recicla el 15 % el cual viene a ser 124,000 toneladas. Córdova, (2020). (Saucedo Rodriguez, Atoche Zamora, & Muñoz Pérez, 2021) El polímero (PET) es un elemento que paso por un proceso de producción llegando a convertirse en botellas o envases plásticos el cual llegando al ciclo de uso se vuelven en contra del medio ambiente. Por lo cual reciclándose este material se puede reutilizar para producir concreto reciclado, colaborando con sus propiedades mecánicas térmicas del (PET) y de costo bajo en armonía al medio ambiente. Envaselia, (2018) El PET es un material que ahora es bien conocido por su fabricación de botellas plásticas su composición química es de poliéster combinación de la policondensación entre el ácido tereftálico y el etilenglicol. Una vez reutilizados se pueden emplear en diferentes modalidades de reuso. (Subramani & Pugal, 2015) Nos dice que organizando los óptimos plásticos reciclados estos se lavan y pasan por un proceso de trituración para así conseguir utilizarlos como agregado.

## Figura 1

### *Granulometría para bases granulares no tratadas*

Tamiz		Porcentaje que pasa			
		Gradación fina		Gradación gruesa	
		BG-38	BG-25	BG-40	BG-27
1 1/2"	37.5 mm	100	-	100	-
1"	25 mm	70-100	100	75-100	100
3/4"	19 mm	60-90	70-100	65-90	75-100
3/8"	9.5 mm	45-75	50-80	45-68	52-78
No. 4	4.75 mm	30-60	35-65	30-50	35-59
No. 40	2.0 mm	20-45	20-45	15-32	20-40
No. 80	0.425 mm	10-30	10-30	7-20	8-22
No. 200	0.075 mm	5-15	5-15	0-9	0-9

Fuente: Pavimentos, materiales y construcción

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

La investigación fue de tipo aplicada debido a que se empleó ensayos científicos en el laboratorio utilizando teorías existentes que demostró los resultados CONCYTEC ( 2018).

Además, se adicionó el PET reciclado para dar solución al problema universal de la contaminación ambiental BORJA (2016),

Para la elaboración del proyecto se elaboró probetas, estas pruebas fueron sometidas a ensayos, para ver la resistencia a la compresión con la adición del PET reciclado. Dado que se pudo analizar, usar, modificar las variables, cuyo propósito fue dar respuestas a las interrogantes, para cumplir con el propósito y se verificó la hipótesis a prueba, plan de acción de dirigir. Según Hernández (2016).

#### Diseño de investigación

El método usado fue experimental ya que es un procedimiento científico que introduce la relación empírica entre las variables o comprobar la veracidad de una hipótesis, ley o modelo, por medio de un experimento controlado. Baena (2017). Además, la investigación tiene un enfoque cuantitativo, porque se midieron y estimaron valores.

#### 3.2 Variables y operacionalización

##### **Definición conceptual**

Variable independiente, Lo que no se puede controlar y es la causa del fenómeno que se estudia. Baena (2017)

##### **Polietileno tereftalato (PET) reciclado**

Conocido también como polietileno tereftalato o sus siglas en inglés PET. En el Perú cada ciudadano genera casi 30 kilos de plástico por año. Ministerio del Ambiente (2017) Entre las características más importantes que presenta el PET, se encuentran:

El PET puede cumplir diversas especificaciones técnicas, tiene buen comportamiento a los constantes esfuerzos, incoloro, soporta el desgaste, fuerte soporte químico, propiedad térmica, reciclable, transparente. QuimiNet (2018)

Los productos de plásticos se reutilizan ya que tienen gran resistencia en el tiempo. Pero se tiene que tomar en consideración que los materiales expuestos con agentes biológicos contaminantes como en los hospitales, estos difícilmente se reutilizan. Flores (2021)

## Figura 2

### Reciclaje de PET



Fuente: <https://www.ecoologic.com/reciclaje-de-pet>

Variable dependiente, se puede controlar, cuyos valores cambian en relación a la variable independiente. Baena (2017)

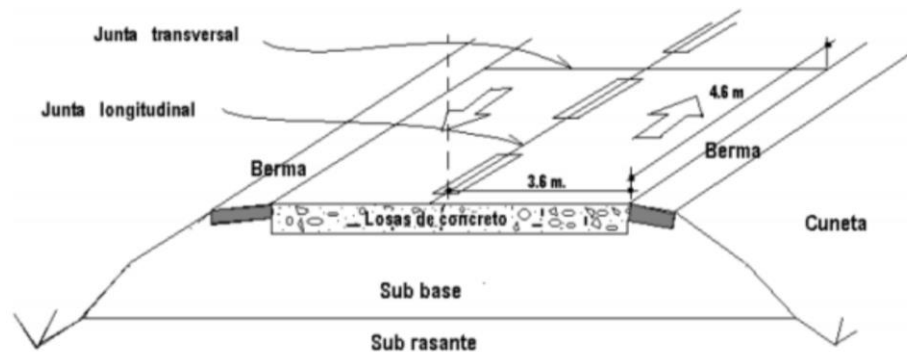
### Resistencia a la compresión del pavimento rígido

Departamento de Normalización (2020) En los pavimentos de concreto se soporta el peso de las cargas de los autos en su eje repetidamente, generando esfuerzos de flexión y compresión. La resistencia a la compresión es menor al compararla con la resistencia a la flexión del concreto. La resistencia generada a los 28 días se usa en la resistencia de

diseño del concreto. Debe de promediarse los módulos de rotura a los 28 días, cuya resistencia promedio normalmente es de 10 a 15 por ciento mayor que la resistencia mínima aceptada especificada del concreto.

### Figura 3

*Estructura típica de un pavimento rígido*



Fuente: <https://www.ingenieriayconstruccioncolombia.com/tipos-de-pavimento/>

En la tabla de variables y operaciones (ver anexo A)

### Definición operacional

Para la variable independiente el polietileno tereftalato (PET) reciclado, se realizaron cortes del plástico reciclado, los cuales se adicionaron al diseño de mezclas de 3% 6% y 9% resistencia  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , se realizaron probetas con esta adición.

Para la variable dependiente resistencia a la compresión del pavimento rígido, se utilizó la norma ASTM C31. Práctica normalizada para preparar y curar cilindros del concreto en campo” y la ASTM C39.

### Indicadores

Para la variable independiente el polietileno tereftalato (PET), se utilizó la granulometría.

Para la variable dependiente resistencia a la compresión del pavimento rígido, se ejecutaron ensayos de resistencia a la compresión y el Slump de consistencia del concreto

### **Escala de Medición**

La escala de medición utilizada fue la de intervalo, debido a que involucra datos continuos que almacena difentes y alto número de valores. Las distancias existentes entre los datos es conocida y constante, por ello se puede conocer los intervalos, que son independientes de esa unidad y de ese punto. Dagnino (2014)

### 3.3 Población, muestra y muestreo

#### Población

El poblamiento está determinado por la cantidad de 60 probetas, de las cuales tendrán la incorporación de plástico PET en diferentes porcentajes.

Tamayo (2003) Comenta que el estudio incluye el total de todas las unidades de estudio o entidades de población que formen parte de este fenómeno, que puedan cuantificarse para el estudio o investigación con una característica en común. Con la investigación se busca mejorar la rigidez al aplastamiento del concreto por lo que se realizaron 60 probetas, de las cuales tuvieron la incorporación del plástico PET en diferentes porcentajes.

#### Muestra

La población muestra está conformada por 60 probetas con las dimensiones de 15 cm x 30 cm de altura, dónde se realizará 3%, 6% y 9% y de referencia probeta de  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> plástico PET para poder optimizar la rigidez al aplastamiento, se considerará a los 7, 14 y 28 días teniendo como normas ASTM C 39 y ASTM C-172.

#### Muestreo

Experimento N° 01: Diseño de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> sin la inclusión del plástico reciclado a los 7, 14 y 28 días.

Experimento N° 02: Diseño de concreto con la inclusión del plástico reciclado 3% a los 7, 14 y 28 días.

Experimento N° 03: Diseño de concreto con la inclusión del plástico reciclado 6% a los 7, 14 y 28 días.

Experimento N° 04: Diseño de concreto con la inclusión del plástico reciclado 9% a los 7, 14 y 28 días.

**Tabla 1**

*Resistencia de compresión*

Descripción	7 días	14 días	28 días	Total
Patrón 210	5 probetas	5 probetas	5 probetas	15 und
3%	5 probetas	5 probetas	5 probetas	15 und.
6%	5 probetas	5 probetas	5 probetas	15 und.
9%	5 probetas	5 probetas	5 probetas	15 und.
				60 unidades

Nota: Se elaboró 5 probetas por cada muestra en 7, 14 y 28 días.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Hernández (2016) “La investigación es un grupo de etapas a seguir para lograr un producto, importante y convencional que se utiliza para solucionar una problemática” (p-4). Para el estudio de datos se aplicó el método de la observación, utilizando como instrumentos de recolección de datos las fichas técnicas las cuales nos servirán para elaborar pruebas de rigidez al aplastamiento en pavimento rígido a los 7, 14 y 28 días adicionando los porcentajes de PET reciclado.

**Tabla 2***Técnicas e instrumentos*

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Diseño de mezcla de concreto	– Ficha técnica de investigación – Ensayo en laboratorio
Ensayo de resistencia a la compresión en el concreto	– Ficha técnica de investigación – Ensayo en laboratorio – Ficha de observación
Evaluación de resultados	– Ensayo del laboratorio – Programa Microsoft Excel

Nota: Son los instrumentos utilizados en la presente investigación

### 3.5 Procedimientos

Se tomó valores de campo, se utilizó la modalidad de recopilación de datos, para ello se desarrolló en 3 partes, para ir de acuerdo a lo planteado según objetivos.

Primera parte. Se determinó la zona de estudio la cual fue la ciudad de Puno, el abastecimiento de los agregados fue de la cantera del Rio Cutimbo Laraqueri, la cual está a Km 23+500 de Puno.

Segunda parte. Se realizaron los siguientes ensayos

Análisis Granulométrico por tamizado del agregado grueso: los equipos que se utilizaron fueron balanza, tamices, bandeja metálica, brocha, cucharón metálico, seguidamente se procedió:

- Se realizó el pesado de las bandejas metálicas sin muestra
- Luego se procedió a pesar la bandeja más muestra
- Seguidamente se realizó el cuarteo de la muestra, esta fue dividida en 4 partes y juntadas diagonalmente para su pesado
- El material se pasó por los tamices 2", 1 ½", 1", ¾", ½", ⅜", N°04, N°08 y N°16
- Se procedió a pesar los pesos retenidos de los diferentes tamices 2"= 0.0 gr, 1 ½"=24.0 gr, 1"=147.0 gr, ¾"=496.3 gr, ½"=985.0 gr,

3/8"=481.0 gr, N°04=341.6 gr, N°08=1.2, N°16=0.0 gr y fondo = 4.0 gr

- Se realizaron los cálculos para realizar la curva granulométrica. (Ver en el anexo D)

Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino: los equipos que se utilizaron fueron balanza, tamices, tara metálica, cucharon metálico, este ensayo nos sirvió para determinar la distribución de tamaños de las partículas gruesas y finas el cual tuvo como procedimiento:

- La muestra se lavó y seco
- Se realizó el pesado de la tara metálicas vacía
- Luego se procedió a pesar la tara más muestra
- Seguidamente la muestra se pasó por los tamices 1 1/2", 3/8", N°04, N°08, N°16, N°30, N°50 y N°100
- Se procedió a pesar los pesos retenidos de los diferentes tamices 1 1/2" =0.0 gr, 3/8" =0.0 gr, N°04=0.0 gr, N°08=2.36 gr, N°16=1.18 gr, N°30=0.6 gr, N°50=0.30 gr y N°100=0.15 gr y fondo=2.9 gr.
- Se realizaron los cálculos para realizar la curva granulométrica. (Ver en el anexo E)

Determinación del contenido de humedad total de agregado grueso y fino por secado: los equipos que se utilizaron fueron chucharon metálico, recipiente metálico, balanza, horno su procedimiento fue:

- Se tomó la muestra húmeda con su respectivo pesado y se colocó al horno para su secado
- Se pesó la muestra seca
- Posteriormente se realizaron los cálculos obteniendo un contenido de humedad de agregado grueso de 7.83 5 y el contenido de humedad del agregado fino de 10.14 %. (Ver en el anexo F)

Determinación del peso unitario y vacíos del agregado grueso para ello se utilizó los equipos tales como recipiente metálico, varilla lisa metálica de 5/8", cucharon metálico y balanza, el procedimiento fue:



- El agregado previamente se lavó y seco
- Se pesó el recipiente vacío
- Se colocó la muestra sin compactar en el recipiente enrasando para su pesado
- Obteniendo el peso unitario suelto de 1507 kg/m<sup>3</sup>
- Se procedió a compacta en 3 capas proporcionales a la altura del recipiente, realizando por cada capa 25 golpes verticales con la varilla lisa y de 10 a 15 golpes con el mazo de goma en el perímetro del recipiente
- En la última capa se enrasa con la varilla metálica y se llena manualmente los espacios vacíos para su pesado obteniendo el peso unitario compactado de 1639 kg/m<sup>3</sup>. (Ver el anexo G)

Determinación del peso unitario y vacíos del agregado fino para ello se utilizó los equipos tales como recipiente metálico, varilla lisa metálica de 5/8", cucharón metálico y balanza, el procedimiento fue:

- Se pesó el recipiente vacío
- Se colocó la muestra en el recipiente enrasando para su pesado sin compactar
- Obteniendo el peso unitario suelto de 1621 kg/m<sup>3</sup>
- Se procedió a compacta en 3 capas proporcionales a la altura del recipiente, realizando por cada capa 25 golpes verticales con la varilla lisa y de 10 a 15 golpes con el mazo de goma en el perímetro del recipiente
- En la última capa se enrasa con la varilla metálica y se lleva a la balanza para su pesado obteniendo el peso unitario compactado de 1725 kg/m<sup>3</sup>. (Ver el anexo G)

#### Peso específico y absorción del agregado grueso

Para este ensayo primero se determinó el peso de la muestra seca del agregado grueso al horno, luego la muestra superficial seca al aire y finalmente la muestra superficial seca sumergida, se determinó que el

peso específico aparente 2579 kg/m<sup>3</sup> y que tiene una absorción del 2.12%.  
(Ver el anexo H)

#### Peso específico y absorción del agregado fino

Para este ensayo se obtuvo el peso del picnómetro mas agua aforado, peso de la muestra seca al horno, peso de la muestra saturada superficialmente seca y el peso de picnómetro mas agua mas la muestra, dando como resultado peso específico aparente 2596 kg/m<sup>3</sup> de absorción de agua de 2.38%. (Ver el anexo H)

Diseño de mezcla de concreto para muestra patrón de f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> se utilizó ACI 211, para ello ya realizados los ensayos se obtuvieron las siguientes características:

**Tabla 3**

*Diseño de mezcla de concreto para muestra patrón de f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>*

ITEM	DESCRIPCION	AGREGADO GRUESO	UND	AGREGADO FINO	UND
1	Modulo de fineza			2.756	Adimensional
2	Tamaño maximo nominal del agregado	1.5	Pulgadas		
3	Peso unitario suelto seco	1507	kg/m <sup>3</sup>	1621	kg/m <sup>3</sup>
4	Peso unitario compactado seco	1639	kg/m <sup>3</sup>	1725	kg/m <sup>3</sup>
5	Peso especifico de masa	2445	kg/m <sup>3</sup>	2445	kg/m <sup>3</sup>
6	Peso especifico de masa saturado superficialmente seco	2497	kg/m <sup>3</sup>	2503	kg/m <sup>3</sup>
7	Peso especifico aparente	2579	kg/m <sup>3</sup>	2596	kg/m <sup>3</sup>
8	Contenido de humedad	7.83	%	10.14	%
9	Absorcion	2.12	%	2.38	%
10	Particula menor a 75 um (mala N°200)			2.58	%

Nota: Datos de los ensayos

Primer paso: Determinar la resistencia promedio para el diseño

Segundo paso: Contenido de aire, se utilizó el dato tamaño máximo nominal del agregado grueso (1/1/2") con la ayuda de tablas se obtuvo: 1.0% contenido de aire atrapado.

Tercer paso: Contenido de agua, para ello se utilizó el tamaño máximo nominal (1 1/2) y asentamiento (3" a 4") con la ayuda de tablas se obtuvo: 181 lt/m<sup>3</sup> de agua.

Cuarto paso: Relación agua/cemento, apoyándonos en tablas e interpolando se obtuvo: 0.56 R a/c

Quinto paso: Contenido de cemento, se obtuvo teniendo el dato de contenido de agua (181 lt/m<sup>3</sup>) y R a/c: 0.56, teniendo como resultado: 374 kg que en bolsas de cemento es: 8.80 bls/m<sup>3</sup>.

Sexto paso: Peso del agregado grueso, para ello utilizamos tabla con el modulo de fineza del agregado fino versus tamaño máximo nominal del agregado grueso, interpolando se obtuvieron los resultados del peso del agregado grueso 1114 kg/m<sup>3</sup> y del agregado fino 993 kg/m<sup>3</sup>

Séptimo paso: ya realizadas las operaciones se obtuvo la dosificación de materiales en peso para un metro cubico: Cemento: 0.131 m<sup>3</sup>, agua: 0.055 m<sup>3</sup>, agregado fino: 0.381 m<sup>3</sup> y agregado grueso: 0.432

Diseño de mezcla de concreto adicionando el PET reciclado, para el procedimiento se tomó los resultados del diseño patrón cuya finalidad fue tener la resistencia especificada de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, relación de agua cemento R a/c 0.148. Para la dosificación de materiales en peso por metro cúbico se utilizó el cemento Frontera 0.131 m<sup>3</sup>, Agua potable 0.055m<sup>3</sup>, agregado fino del Puente de Cutimbo 0.381 m<sup>3</sup>; en el diseño de mezcla del 3% de PET reciclado, se puso de agregado grueso 0.419 m<sup>3</sup> y del polímero reciclado PET 0.013m<sup>3</sup>; en el diseño de mezcla de 6% PET reciclado fue 0.406 m<sup>3</sup> de agregado grueso y de polímero reciclado PET 0.026 m<sup>3</sup>. Para el diseño de mezclas de 9% PET reciclado fue 0.394m<sup>3</sup> en agregado grueso y 0.038m<sup>3</sup> en polímero reciclado PET. (Ver el anexo K) cabe resaltar que la adición del PET está en relación a el agregado grueso en peso según porcentaje.

Luego se ejecutó la toma de testigos para el concreto  $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> patrón y también el agregando el 3%, 6% y 9% de PET reciclado, generando un total de 60 briquetas.

Tercera parte. Se evaluaron las 60 briquetas por el ensayo de compresión, se tomaron los datos de todos los resultados obtenidos del

ensayo en el laboratorio en fichas técnicas, las cuales fueron procesadas en cuadros Excel.

### 3.6 Método de análisis de datos

La consecuencia producto de la evolución de pruebas obtenidas en laboratorio fueron procesados mediante el programa Microsoft Excel, el cual fue interpretado y plasmado en tablas, tales como:

- Resultados de la rotura de briquetas (ver en Tabla 3)
- Promedio del ensayo de Cono de Abrams (Ver en tabla 5)
- Dosificación de Materiales en peso por m<sup>3</sup> (Ver tabla 6)
- Resistencia promedio a la compresión (Ver tabla 7)

### 3.7 Aspectos éticos

El proyecto de estudio se llevó a cabo teniendo en cuenta todos los valores éticos morales adquiridos, considerando los autores de todas las referencias, estudios y demás nociones que se presentan en los escritos del proyecto.

Los resultados producto del análisis de estudio presenta conclusiones verídicas las cuales estarán acompañadas con certificados de calidad (Ver el anexo C).

#### **IV. RESULTADOS**

El distrito de Puno tiene un clima agreste debido al ambiente seco y a las frecuentes lluvias.

Departamento: Puno

Provincia: Puno

Distrito: Puno

Departamento de Estudios Económicos (2022) El clima de Puno cambia constantemente entre frío y cálido. La temperatura mínima es de 1,4°C. y su máxima es de 22°C y las lluvias duran anualmente cuatro meses (diciembre a marzo); puede cambiar según las características pluviales de cada año, generando inundaciones, sequías, heladas y granizadas.

Para el diseño de dosificación de requerimiento de concreto, se tomó de guía las norma N.T.P. 400,012 /ASTM C-136 para realizar el diseño de mezcla, mientras que los agregados son de la cantera del Rio Cutimbo – Laraqueri, los cuales fueron proporcionados por el laboratorio Corporación ACS consultores S.A.C. que realizó los ensayos de granulometría.

Se determinó además el contenido de humedad total del agregado por secado, el peso unitario, vacíos en agregados, peso específico y absorción del agregado grueso diseño de mezcla de concreto recomendado por el ACI 211. (Ver Anexo F, G).

El objetivo general fue determinar cómo influye el PET reciclado en la resistencia a la compresión en el concreto del pavimento rígido en la ciudad de Puno.

**Tabla 4**

*Resultados de rotura de briquetas*

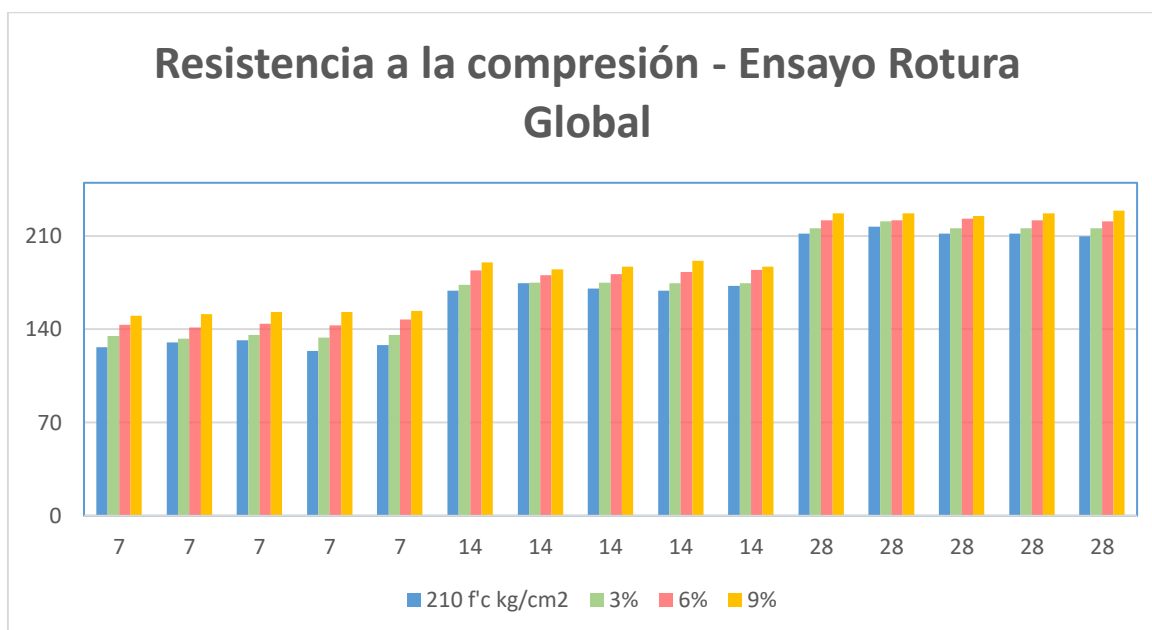
Fecha de Muestreo	EDAD	f'cr			
		210 f'c kg/cm2	3%	6%	9%
21-07-22	7	127	135	144	150
		130	133	141	151
		132	136	144	153
		124	134	143	153
		128	136	147	154
	14	169	174	184	190
		175	175	181	185
		171	175	181	187
		169	175	183	192
		173	175	185	187
	28	212	216	222	227
		217	221	222	227
		212	216	223	225
		212	216	222	227
		210	216	221	229

Nota: Todos los resultados obtenidos de la rotura de briquetas

En la tabla 3 se aprecia todos los resultados obtenidos en los ensayos de compresión, el gráfico de esta tabla lo vemos en la figura 4.

**Figura 4**

*Resistencia a la compresión – Ensayo de Rotura Global*



Fuente: Fotografía propia

**Tabla 5**

*Resultados promedio de rotura de briquetas*

EDAD	210 f'c kg/cm2	3%	6%	9%
7	128	135	144	152
14	171	175	183	184
28	213	217	222	227

Nota: Se muestra que la adición del PET mejora todos resultados de 210 f'c kg/cm2.

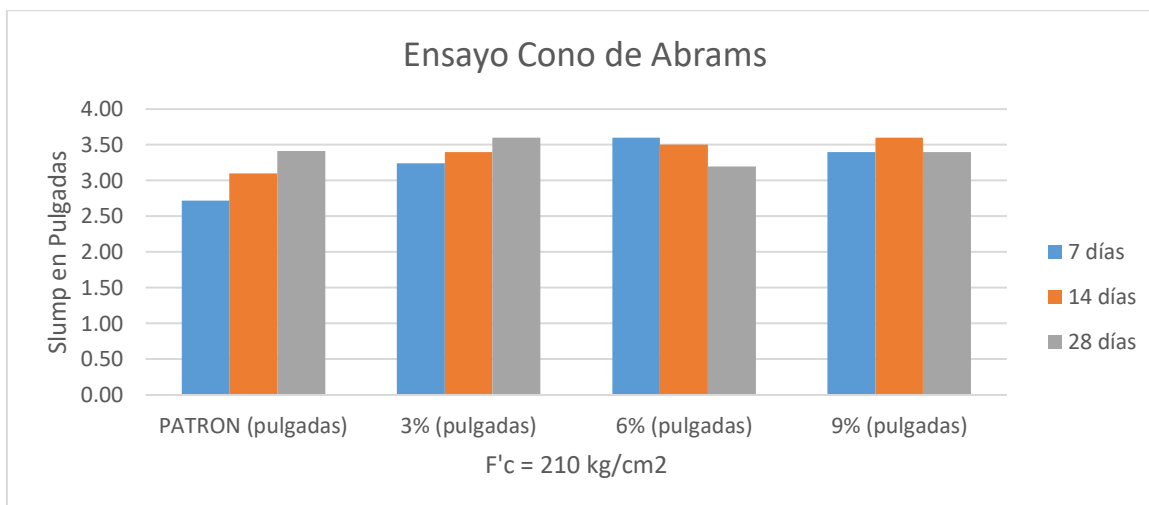
#### Interpretación

Como vemos en el Tabla y figura 4 la adición del polímero reciclado PET en 3%, 6% y 9% genera mayor resistencia promedio a los 7 días (135, 144 y 152 kg/cm<sup>2</sup>), 14 días (175, 183 y 184 kg/cm<sup>2</sup>) y 28 días (217, 222 y 227 kg/cm<sup>2</sup>) en comparación a la muestra patrón promedio de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 7, 14 y 28 días fue de (128, 171 y 213 kg/cm<sup>2</sup>), respectivamente. Al agregar el PET reciclado a la mezcla reduciendo el agregado grueso, se generó una mayor resistencia a la compresión en todos los casos tanto en 3%, 6% y 9%. (Ver Anexo L, M, N, O)

El primer objetivo específico fue establecer si la adición de los PET reciclados mejoró la trabajabilidad del concreto del pavimento rígido.

**Figura 5**

*Resultados del ensayo de Cono de Abrams*



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6**

*Promedio del ensayo de Cono de Abrams*

EDAD	Patrón (pulgadas)	3% (pulgadas)	6% (pulgadas)	9% (pulgadas)
7	2.72	3.24	3.60	3.40
14	3.10	3.40	3.50	3.60
28	3.41	3.60	3.20	3.40

Nota: Se observa que el patrón de 210 kg/cm<sup>2</sup> de la edad 7 días no llega a la altura mínima de 3" referida a la norma ACI 211.2

#### Interpretación

Según la norma ACI 211.2 la altura máxima de revenimiento del concreto deberá ser entre 3" y 4", se demostró que, al agregar el PET en el concreto para la resistencia 210 f'c=kg/cm<sup>2</sup>. Respetar los parámetros máximos y mínimos de achatamiento, cumpliendo con la normativa. Realizado los ensayos se constató que las muestras con agregado PET tienen buena trabajabilidad, estos resultados respetan la norma, tal como vemos en la tabla y figura 5.



Segundo objetivo específico, fue incorporar PET reciclado en 3%, 6% y 9% en el diseño del concreto para el pavimento rígido.

**Tabla 7**

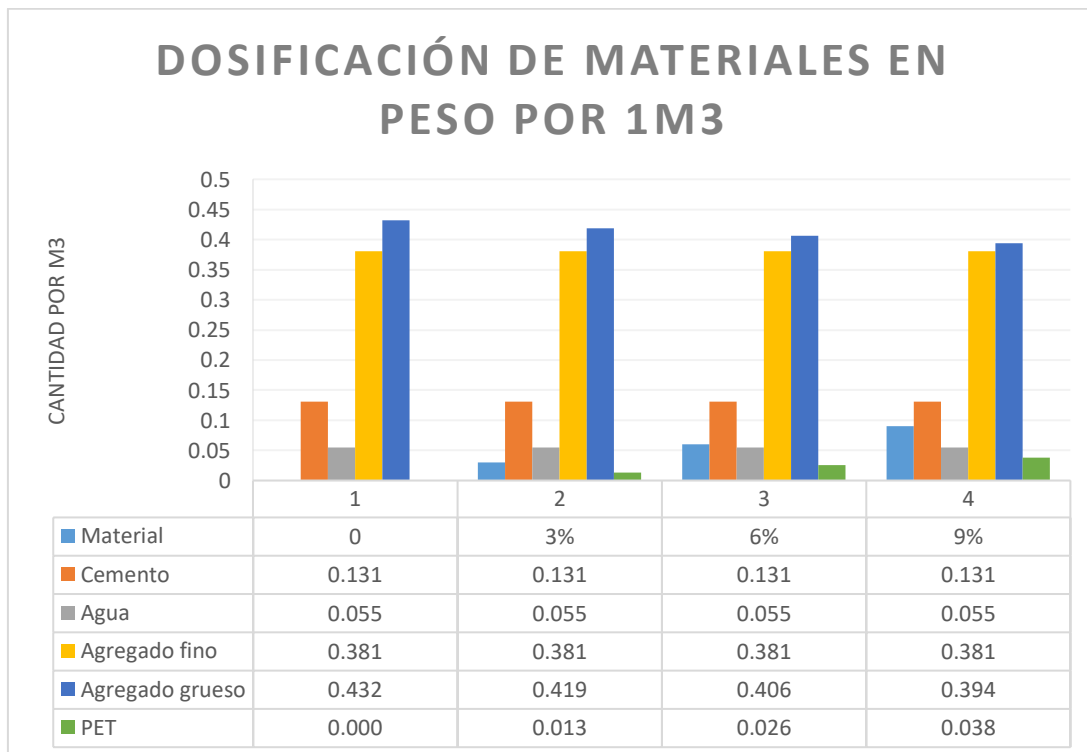
*Dosificación de Materiales en Peso por M3*

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO				
Resistencia especificada	f'c	210	kg/cm2	
Relación agua/cemento	R a/c	0.148		
Consistencia requerida	Slump	3 a 4	pulgadas	
DOSIFICACION DE MATERIALES EN PESO POR 1M3				
	Patrón	3%	6%	9%
Cemento	0.131	0.131	0.131	0.131
Agua	0.055	0.055	0.055	0.055
Agregado fino	0.381	0.381	0.381	0.381
Agregado grueso	0.432	0.419	0.406	0.394
PET	0.000	0.013	0.026	0.038

Nota: Las dosificaciones del PET adicionado en el diseño de mezcla están en relación al agregado grueso.

**Figura 6**

*Dosificación de materiales en peso por 1m3*



Fuente: Elaboración propia

## Interpretación

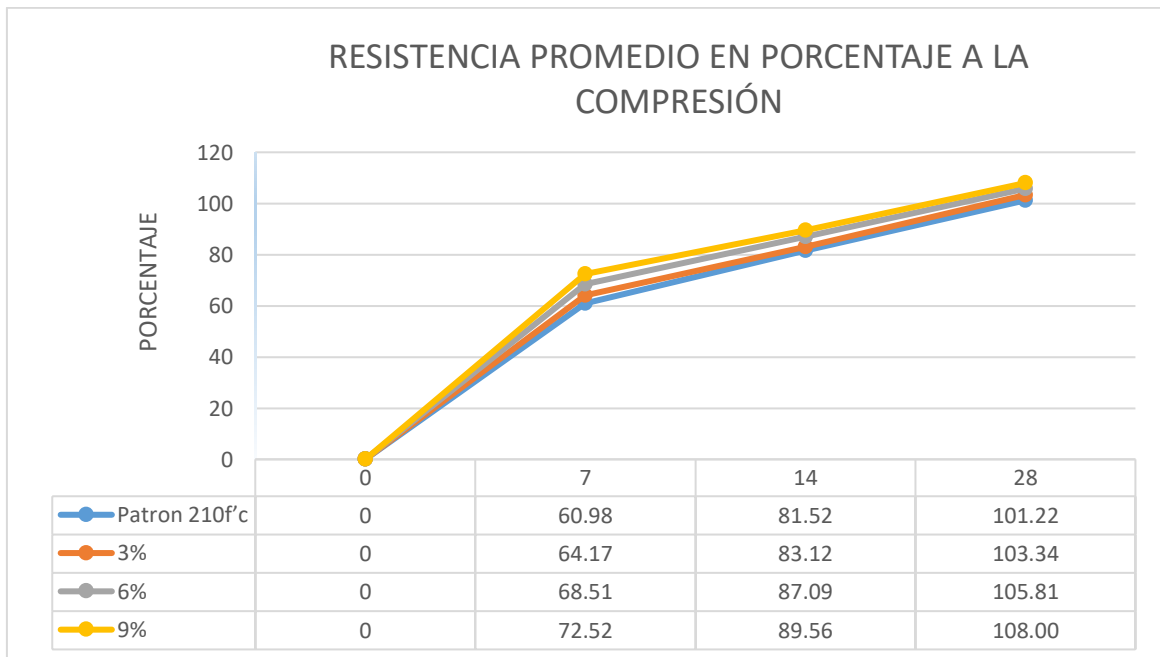
Se tuvo la dosificación requerida de la muestra patrón y adicionando en proporciones el PET, es posible sustituir el agregado grueso por el polímero PET reciclado en proporciones de 3%, 6% y 9% para la resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Como vemos en el Tabla y figura 6 en la muestra patrón de 210 kg/cm<sup>2</sup>, en el 3% se agregó 0.013, en el 6% 0.026% y en el 9% 0.038 y se redujo la misma cantidad del agregado grueso.

Tercer objetivo específico, fue obtener cuánto es el porcentaje ideal de adición de PET reciclados en la resistencia a la compresión en el pavimento rígido.

**Figura 7**

*Resistencia promedio en porcentaje a la compresión*



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8***Resistencia promedio a la compresión*

Fecha de Muestreo	EDAD	Resistencia Promedio			
		210f <sup>c</sup>	3%	6%	9%
	7	60.98	64.17	68.51	72.52
21-07-22	14	81.52	83.12	87.09	89.56
	28	101.22	103.34	105.81	108.00

Nota: El 3%, 6% y 9% genera mayor resistencia promedio a los 7, 14 y 28 días que la muestra patrón de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

#### Interpretación

En la tabla y figura 7 se pudo apreciar que las tres alternativas adicionadas con PET en 3%, 6% y 9% a los 28 días resulto (103.34, 105.81 y 108.00%) los cuales superaron la rigidez 210 kg/cm<sup>2</sup> de la muestra patrón a los 28 días que dio (101.22 %). Lo que nos indicó que adicionando en proporciones el PET todos los porcentajes agregados son ideales y alcanzan una mejor resistencia a la compresión para un pavimento rígido

### Hipótesis principal

Los PET reciclados repercutieron de manera positiva en la mejora de la compresión de los pavimentos rígidos en la ciudad de Puno. Para ello nos apoyamos utilizando el coeficiente de Correlación Pearson.

**Tabla 9**

*Muestra patrón versus 3 % de PET a los 28 días de edad*

COEFICIENTE DE CORRELACION DE PEARSON MUESTRA PATRON F'C=210 KG/CM2 (28 DIAS)					
ITEM	X PATRON	Y 3% PET	X2	Y2	XY
1	253	250	64009	62500	63250
2	264	259	69696	67081	68376
3	249	253	62001	64009	62997
4	260	257	67600	66049	66820
5	262	252	68644	63504	66024
	1288	1271	331950	323143	327467
COEFICIENTE DE CORRELACION DE PEARSON				0.611*	

Nota: \*La correlación es significativa en el nivel 0.01 (Bilateral)

El valor del estadístico r de Pearson es de 0.611, además esta correlación es significativa. Por lo que se puede afirmar con un 95% de confianza, que el ámbito de estudio hay una correlación positiva baja entre los pavimentos rígidos y el PET reciclado de 3%

**Tabla 10**

*Muestra patrón versus 6 % de PET a los 28 días de edad*

COEFICIENTE DE CORRELACION DE PEARSON MUESTRA PATRON F'C=210 KG/CM2 (28 DIAS)					
ITEM	X PATRON	Y 6% PET	X2	Y2	XY
1	253	266	64009	70756	67298
2	264	259	69696	67081	68376
3	249	256	62001	65536	63744
4	260	264	67600	69696	68640
5	262	260	68644	67600	68120
	1288	1305	331950	340669	336178
COEFICIENTE DE CORRELACION DE PEARSON				0.098*	

Nota: \*La correlación es significativa en el nivel 0.01 (Bilateral)

El valor del estadístico r de Pearson es de 0.098, es mayor a 0.05 siendo de correlación significativa. Tiene una correlación positiva muy baja entre los pavimentos rígidos y el PET reciclado de 6%

**Tabla 11**

*Muestra patrón versus 9 % de PET a los 28 días de edad*

COEFICIENTE DE CORRELACION DE PEARSON					
MUESTRA PATRON F'C=210 KG/CM2 (28 DIAS)					
ITEM	X PATRON	Y 9 % PET	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
1	253	270	64009	72900	68310
2	264	252	69696	63504	66528
3	249	255	62001	65025	63495
4	260	269	67600	72361	69940
5	262	253	68644	64009	66286
	1288	1299	331950	337799	334559
COEFICIENTE DE CORRELACION DE PEARSON				0.280*	

Nota: \*La correlación es significativa en el nivel 0.01 (Bilateral)

El valor del estadístico r de Pearson es de 0.280, además esta correlación es significativa. Por lo que se puede afirmar con un 85% de confianza, que el ámbito de estudio hay una correlación positiva baja entre los pavimentos rígidos y el PET reciclado de 9%.

Interpretación:

Con lo mostrado en las tablas 8, 9 y 10 podemos concluir que las variables de PET reciclado y resistencia de compresión del pavimento rígido tienen una correlación significativa, dando como resultado que la hipótesis es válida.

## V. DISCUSIÓN

Las muestras se tomaron de la cantera puente de Cutimbo, en la ciudad de Puno, al realizar el análisis granulométrico de la norma N.T.P. 400,012 7 ASTM C-136 se obtuvo el peso de la muestra seca de 2480 g, el tamaño máximo fue de 2", y el tamaño máximo nominal 1 ½", por el tamizado del agregado fino el peso de muestra seca fue de 1134.0 g y el módulo de fineza 2.766, se tuvo que reajustar la granulometría del agregado fino según las normas NTP para una mejor resistencia.

Para el contenido de humedad del agregado grueso se obtuvo un 7.83%, y para el contenido de humedad del agregado fino se obtuvo un 10.14%.

Para la resistencia del diseño  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, se obtuvo que la relación agua cemento es de 0.148, su consistencia requerida fue de entre 3" a 4" pulgadas de Slump, para la dosificación de los materiales se consideró para el cemento 1 pie<sup>3</sup>, para el agua 6.29 litros, para el agregado fino 2.46 pie<sup>3</sup>, para el agregado grueso 2.97 pie<sup>3</sup>.

Para el diseño de mezcla con el PET reciclado en 3% se utilizó una relación de agua cemento de 0.148, la consistencia requerida que se usó para el Slump fue de 3" a 4", para la dosificación de materiales se usó por m<sup>3</sup>; cemento 0.131m<sup>3</sup>, agua 0.055m<sup>3</sup>, agregado fino 0.381m<sup>3</sup>, agregado grueso 0.419m<sup>3</sup>, para el PET reciclado 0.013m<sup>3</sup>, eso en volumen se consideró el cemento en 1 pie<sup>3</sup>, el agua 6.29l, agregado fino 2.46pie<sup>3</sup>, agregado grueso 2.89 pie<sup>3</sup> y el PET reciclado 0.08 pie<sup>3</sup>.

Para el diseño de mezcla con el PET reciclado en 6% se utilizó una relación de agua cemento de 0.148, la consistencia requerida que se usó para el Slump fue de 3" a 4", para la dosificación de materiales se usó por m<sup>3</sup>; cemento 0.131m<sup>3</sup>, agua 0.055m<sup>3</sup>, agregado fino 0.381m<sup>3</sup>, agregado grueso 0.406m<sup>3</sup>, para el PET reciclado 0.026m<sup>3</sup>, eso en volumen se consideró el cemento en 1 pie<sup>3</sup>, el agua 6.29l, agregado fino 2.46pie<sup>3</sup>, agregado grueso 2.79 pie<sup>3</sup> y el PET reciclado 0.18 pie<sup>3</sup>.

Para el diseño de mezcla con el PET reciclado en 9% se utilizó una relación de agua cemento de 0.148, la consistencia requerida que se usó para el Slump fue de 3" a 4", para la dosificación de materiales se usó por m<sup>3</sup>; cemento 0.131m<sup>3</sup>, agua 0.055m<sup>3</sup>, agregado fino 0.381, agregado grueso 0.394m<sup>3</sup>, para el PET reciclado 0.038m<sup>3</sup>, eso en volumen se consideró el cemento en 1 pie<sup>3</sup>, el agua 6.29l, agregado fino 2.46pie<sup>3</sup>, agregado grueso 2.71 pie<sup>3</sup> y el PET reciclado 0.26 pie<sup>3</sup>.

Coavas & Segreña (2020) En los resultados que señala en su investigación propuso que el porcentaje óptimo en la sustitución de agregado grueso por el Politeraftalato de etileno (PET) y Polipropileno, fue de 9.8% y a medida que fue aumentando el porcentaje PET disminuye la compresión. Nuestro proyecto está de acuerdo con esta tesis ya que nuestro objetivo general fue determinar cómo influye el PET reciclado en la resistencia a la compresión en el concreto del pavimento rígido en la ciudad de Puno. Dentro de las fortalezas que pudimos encontrar en nuestra investigación fue que demostramos que, al agregar el PET reciclado, mejoramos la compresión del concreto en el diseño de mezcla de 210 f'c. kg/cm<sup>2</sup>, vimos que influyó positivamente en la resistencia en 3%, 6% y 9%.

Lugo & Torres (2019) En su tesis comenta que si en la mezcla del concreto existen fibras más allá del porcentaje ideal estas son perjudiciales para la resistencia del concreto, señalando la importancia de la proporción de fibras. Estamos de acuerdo con esta postura ya que nuestros porcentajes añadidos no superaron el 9%, generando que la resistencia promedio que se encontró al agregar el PET reciclado en el diseño de mezclas resistencia 210 f'c kg/cm<sup>2</sup>, a los 7 días el de 3% fue de 64.17%, el de 6% 68.51 y el de 9% 72.52%; a los 14 días se encontró en el de 3% 83.12%, el de 6% 87.09% y el de 9% 89.56; a los 28 días se encontró en el 3% 103.34, el de 6% fue de 105.81%y de 9% se obtuvo 108%.

Villegas (2021) llega a la conclusión que la adición de fibras PET reciclados en 1%, 1.5% y 2.5% provoca un mejor soporte a la estructura del pavimento rígido debido a que aumenta sus propiedades mecánicas. Coincidimos con esta postura ya que al agregar PET reciclado del 3% y demás, estas mejoran la trabajabilidad del concreto del pavimento rígido. Para ver la trabajabilidad del concreto encontramos que el diseño de mezcla con el PET, cumplió el reglamento la norma ACI 211.2 no teniendo un máximo de achatamiento de concreto entre 3" y 4". así mismo vimos que una de las debilidades de nuestra investigación fue que para el diseño de muestras con el PET reciclado, solo reemplazamos el agregado grueso en porcentajes bajos como el 3%,6% y 9%.

Pinedo (2019) en su tesis concluye que la resistencia al aplastamiento del concreto patrón es mayor a las proporciones adicionados de PET en un 5, 10 y 15 % respectivamente, el concreto patrón tuvo un revenimiento de 3.5" que está en los rangos permisibles, mientras que adicionando el PET en 5, 10 y 15 % se obtuvo 3", 2.5" y 1" concluyendo que mientras más porcentaje de PET menos asentamiento se presenta, referente a nuestra muestra patrón coincidimos con el asentamiento slump que está en el rango de 3" a 4" permitido por norma, mientras que al adicionar el PET en 3, 6 y 9% el revenimiento también está en los parámetros permisible por lo cual discrepamos en este punto.

Carcausto & Lanza (2022) en su proyecto de tesis concluye que es desfavorable puesto que se realizó la prueba de slump indicando la falta de plasticidad del concreto, respecto a las características físicas del hormigón adicionado el PET en (0.25, 0.50 y 50%) el cual presentó un achatamiento de (2 ½", 2 ½" y 2 ½") versus la muestra patrón que obtuvo un achatamiento de 3". Por lo cual discrepamos, nuestra investigación que se realizó según la norma ACI 211.2 la altura máxima de revenimiento del concreto deberá ser entre 3" y 4", se demostró que, al agregar el PET en el concreto para la resistencia 210 f'c=kg/cm<sup>2</sup> esta respeta los parámetros máximos y mínimos de revenimiento, cumpliendo con la normativa, realizado los ensayos se constató que las muestras con agregado PET tienen buena trabajabilidad.



Carcausto & Lanza (2022) en su investigación tuvo los resultados para el desempeño mecánico del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en su etapa rígida sin PET a los 7, 14 y 28 días de curado resulto (163.14, 192.78 y 212.67  $\text{kg/cm}^2$ ) con (77.69, 91.80 y 101.27%), para la rotura a los 7 días adicionado el PET en proporciones de (0.25, 0.50 y 50%) se obtuvo (167.82, 157.01 y 146.64  $\text{kg/cm}^2$ ) con un (79.92, 74.77 y 69.83%), para la rotura a los 14 días adicionado el PET en proporciones de (0.25, 0.50 y 50%) se obtuvo (203.50, 183.13 y 174.62  $\text{kg/cm}^2$ ) con un (96.90, 87.21 y 83.15%), para la rotura a los 28 días adicionado el PET en proporciones de (0.25, 0.50 y 50%) se obtuvo (220.24, 204.95 y 198.07  $\text{kg/cm}^2$ ) con un (104.88, 97.59 y 94.32%), concluyendo que el porcentaje ideal fue de 0.25% adicionado el PET en lo cual discrepamos puesto que nuestros resultados sin PET a los 7, 14 y 28 días de la muestra patrón en  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  fue (60.98, 81.52 y 101.22 %) mientras que al adicionar el PET en (3, 6 y 9%) se obtuvo una rigidez al aplastamiento promedio de (64.17, 68.51 y 72.52 % para 7 días), (83.12, 87.09 y 89.56% para 14 días) y (103.34, 105.81 y 108 % para 28 días) resultando en la adición del PET en 9% supera a la muestra patrón.

## **VI. CONCLUSIONES**

Del objetivo principal, se ha comprobado que la adición de los PET reciclados en el pavimento rígido en la ciudad de Puno influyo de manera positiva, favorable para la resistencia a compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>, por lo cual incrementa su durabilidad y es recomendable para el clima de Puno.

Del primer objetivo específico, según el ensayo realizado teniendo de guía la norma ACI 211 concluimos que la trabajabilidad con la adición de PET reciclados al pavimento rígido es buena. Se muestra que al agregar el PET reciclado en el concreto, su Slump va entre 3" a 4", respetó la normativa.

Del segundo objetivo específico, se obtuvo la dosificación requerida, es posible sustituir el agregado grueso por el polímero PET reciclado en proporciones de 3%, 6% y 9% para la resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Del tercer objetivo específico, se determinó que el porcentaje ideal de adición de PET reciclados al pavimento rígido, fueron las tres alternativas que son 3%, 6% y 9%, ya que todos superan la resistencia requerida de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Del objetivo principal, se recomienda investigar si el tamaño de las muestras del plástico reciclado influye en los ensayos de rigidez al aplastamiento del concreto. Aplicar en otros ensayos de compresión el cambio de material por otros tipos de plástico como por ejemplo el Polipropileno. Comparar si es conveniente, sustituir el plástico por el cemento en el diseño de mezclas y así ver su influencia.

Del primer objetivo específico, se recomienda ampliar en mayores cantidades el porcentaje de polímeros reciclados PET al diseño de mezclas del concreto e investigar cual sería el límite máximo que soporta el reemplazo del agregado grueso por el PET sin que produzca un declive.

Del segundo objetivo específico, se recomienda investigar diferentes porcentajes de PET reciclado como reemplazo de los agregados gruesos.

Del tercer objetivo específico, se sugiere estudiar hasta que porcentaje es ideal la adición del PET reciclado en el agregado grueso

## REFERENCIAS

- 334.090, N. (2020). NORMA TECNICA PERUANA 334.090. En e. s. Corresponde a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales (CRT) del INDECOPI, *NTP 334.090* (pág. 10). LIMA.
- 705, M. E. (2016). *MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES*.
- Baena Paz, G. (2017). *Metodología de la investigación*. Ciudad de México: Grupo Editorial Patria.
- Baena Paz, G. (2017). *Metodología de la investigación*. México: Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana.
- BORJA, M. (2016). Metodología de la investigación científica para ingenieros. En M. BORJA, *Metodología de la investigación científica para ingenieros* (pág. 10). Chiclayo.
- CACHAY, S. C. (2003). *CONCRETO ARMADO*. TARAPOTO.
- Carcausto Ramos, Y., & Lanza Quispe, M. L. (2022). *Comportamiento mecánico y físico del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$* . Callao:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/89356>.
- Coavas Tejada, A., & Segrera León, V. d. (2020). Obtenido de <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/14951>
- CONCYTEC. (2018). *Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica*. Obtenido de [https://portal.concytec.gob.pe/images/renacyt/reglamento\\_renacyt\\_version\\_final.pdf](https://portal.concytec.gob.pe/images/renacyt/reglamento_renacyt_version_final.pdf)
- Córdova, M. (3 de Noviembre de 2020). *PQS*. Obtenido de <https://pqs.pe/actualidad/en-el-peru-se-producen-1-4-millones-de-toneladas-de-plastico-al-ano/>
- Corporación Universitaria Minuto de Dios. (2019). Diagnóstico, optimización, diseño de pavimento rígido y flexible de la vía san Nicolás en la *UNIMINUTO*, 34.
- Dagnino, J. (2014). *Revista Chilena de Anestesia*. Obtenido de <https://revistachilenadeanestesia.cl/tipos-de-datos-y-escalas-de-medida/>
- Departamento de Estudios Económicos. (26 de ENERO de 2022). *BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ*. Obtenido de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Puno/puno-caracterizacion.pdf>
- Departamento de Normalización. (29 de Julio de 2020). *Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Envaselia. (2018). *Soluciones integrales de Envases*. Obtenido de Soluciones integrales de Envases: <https://www.ensavelia.com/blog/tereftalato-de-polietileno-id12.htm>
- Espinoza Vásquez, J. A. (2020). *Repositorio UCV*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58594>
- Flores, P. A. (25 de Enero de 2021). Obtenido de Universidad Científica del sur: <https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/southsustainability/article/download/733/750/>
- Guevara Fallas, G., Hidalgo Madrigal, C., Pizarro García, M., Rodríguez

- Valenciano, I., Rojas Vega, L. D., & Segura Guzmán, G. (2011). *Efecto de la variación agua/cemento en el concreto*. Obtenido de Tcnologia en marcha: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4835626>
- Harmse, T. E. (2002). *DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO*. FONDO EDITORIAL.
- Hernández Sampieri, R. (2016). *Métodología de la Investigación*. Ciudad de México: Interamerican editores.
- Lugo Mejía, J. E., & Torres Pérez, Y. S. (2019). Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23953/1/TESIS%20FIBRAS%20PET%20EN%20EL%20CONCRETO.pdf>
- Martinez, D. K. (2019). *Repositorio UNP*. Obtenido de <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2241/CIV-MAR-MAR-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Meneses, P. (20 de abril de 2010). *Academia Accelerating the world's research*. Obtenido de [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/50522392/Diseno\\_de\\_Pavimentos\\_Rigidos-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1666144592&Signature=HyvhY~OFtR1mMdFsbvFFh1r16JPtgLdy43G9SyYnbjmj2mfGiEYARuMokAKPrtlC5w3ngX3XsKfUsmbVzXv63DnoDwow7Gg~DUQvleFhfEDQAdl95676bM0o5ZLJukp](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/50522392/Diseno_de_Pavimentos_Rigidos-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1666144592&Signature=HyvhY~OFtR1mMdFsbvFFh1r16JPtgLdy43G9SyYnbjmj2mfGiEYARuMokAKPrtlC5w3ngX3XsKfUsmbVzXv63DnoDwow7Gg~DUQvleFhfEDQAdl95676bM0o5ZLJukp)
- Ministerio del Ambiente. (2017). Obtenido de Cifras del mundo y el Perú: <https://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/cifras-del-mundo-y-el-peru/>
- Monsalve, L., Giraldo, L., & Maya, J. (2012). *Diseño de pavimento flexible y rígido*. Obtenido de Vía Aeropuerto EL EDEN: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54427266/DISENO\\_DE\\_PAVIMENTO\\_FLEXIBLE\\_Y\\_RIGIDO-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1666144814&Signature=hJ6Md2YmNN6Dn2t063jg-0FfoCcTN9LYfj2G0oZoBbz7mjcmrYwpT7LKKE9Q4FRdRyAbBbEabNZXMfA6FvpJuldOVbaIF3tdvxm~Si6HWWh8o0yNHDcwnz-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54427266/DISENO_DE_PAVIMENTO_FLEXIBLE_Y_RIGIDO-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1666144814&Signature=hJ6Md2YmNN6Dn2t063jg-0FfoCcTN9LYfj2G0oZoBbz7mjcmrYwpT7LKKE9Q4FRdRyAbBbEabNZXMfA6FvpJuldOVbaIF3tdvxm~Si6HWWh8o0yNHDcwnz-)
- NILSON, A. H. (2001). *DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO*.
- Ospina, J. (2021). *Universidad Antonio Nariño*. Obtenido de [http://186.28.225.13/bitstream/123456789/6315/1/2022\\_JenniferMayerlyOspinaGomez.pdf](http://186.28.225.13/bitstream/123456789/6315/1/2022_JenniferMayerlyOspinaGomez.pdf)
- Parra Nauca, C. K. (2019). *Aplicación del plástico reciclable en la mezcla de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> para*. Chiclayo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/38389>.
- Pinedo Pérez, J. R. (2019). *Estudio de resistencia a la compresión del concreto  $F'c= 210$ kg/cm<sup>2</sup>, con la adición de plástico reciclado (PET), en la ciudad de Tarapoto, 2018*. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3458>.
- QuimiNet. (2018). *Proceso de producción del PET*. Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/proceso-de-producciondel-pet-2561170.htm>
- Rondón Quintana, H. A., & Reyes Lizcano, F. A. (2017). *Pavimentos, materiales, construcción y diseño*. Bogotá: ECOE EDICIONES.
- RUMI. (2021). *Ficha Técnica - IP Cemento Rumi*. Obtenido de Ficha Técnica - IP Cemento Rumi: <file:///C:/Users/HP/Downloads/ficha-tecnica-cemento-rumi-ip.pdf>

- Saucedo Rodriguez, J. A., Atoche Zamora, J. J., & Muñoz Pérez, S. P. (12 de AGOSTO de 2021). *AVANCES INVESTIGACION EN INGENIERIA*.  
Obtenido de  
<https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/6942>
- Subramani, T., & Pugal, V. (5 de MAYO de 2015). Experimental Study On Plastic Waste As A. *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management*, 145. Obtenido de International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management:  
<https://www.ijaiem.org/pabstract.php?vol=Volume4Issue5&pid=IJAEM-2015-05-15-28>
- Tamayo y Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica*. Ciudad de México: LIMUSA S.A.
- Tapia García, M. A. (2017). *Pavimentos*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Trujillo Alva, J. A. (2020). *Efecto del PET reciclado en la permeabilidad y resistencia de un pavimento rígido F'c 175 Kg/Cm2*. Trujillo:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65061>.
- Villegas Fernandez, J. J. (2021). Obtenido de  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/84663>
- Yura, C. (2022). *Macanudo Marketing*. Obtenido de Macanudo Marketing:  
<https://www.yura.com.pe/blog/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto/>
- Zuñiga, K., & Alemán, A. (29 de Mayo de 2019). *La República*. Obtenido de  
<https://larepublica.pe/sociedad/1268717-isla-plastico-amenaza-vida-marina-frente-costas-peru-chile/>

## **ANEXOS**

Anexo A Matrices

**Tabla 12**

*Matriz de operacionalización de variables*

Variables de Estudio	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala Y Medición
PET Reciclado	Recuperación de desechos del material. Es un PET, con grado de cristalinidad y termoplástico en su comportamiento, resistencia al desgaste, buena resistencia química, es totalmente reciclable, buen comportamiento frente a esfuerzos permanentes.	Se realizaron cortes del plástico Adición del plástico 3% 6% y 9% Se realizó probetas con esta adición	Propiedades físicas del plástico	Granulometría	Intervalo
Resistencia a la compresión del pavimento rígido.	Los Pavimentos Rígidos tienen una superficie de rodamiento que dependiendo de las circunstancias tienen un armado de acero para obtener una mayor rigidez, distribuyendo de esta forma las cargas vehiculares hacia las capas inferiores, siendo las capas superiores las que reciben directamente toda la carga.	Según la norma ASTM C31. Práctica normalizada para preparar y curar cilindros del concreto en campo” y la ASTM C39.	Método de ensayos mecánicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ensayos de resistencia a la compresión</li> <li>– Slump de consistencia del concreto</li> </ul>	Intervalo

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 13**

*Matriz de consistencia*

Problemática	TI	Preguntas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores
Recuperación de desechos del material. Es un PET, con grado de cristalinidad y termoplástico en su comportamiento, resistencia al desgaste, buena resistencia química, es totalmente reciclable, buen comportamiento frente a esfuerzos permanentes.	PRINCIPAL	¿De qué manera influyó los PET reciclados en la resistencia a la compresión en el concreto del pavimento rígido en la ciudad de Puno?	Determinar cómo influye el PET reciclado en la resistencia a la compresión en el concreto del pavimento rígido en la ciudad de Puno.	Los PET reciclados repercutieron de manera positiva en la mejora de la compresión de los pavimentos rígidos en la ciudad de Puno.	V1= PET Reciclado	Propiedades físicas del plástico	Granulometría
Los Pavimentos Rígidos tienen una superficie de rodamiento que dependiendo de las circunstancias tienen un armado de acero para obtener una mayor rigidez, distribuyendo de esta forma las cargas vehiculares hacia las capas inferiores, siendo las capas superiores las que reciben directamente toda la carga.		ESPECÍFICAS	¿Cómo mejoró la trabajabilidad con la adición de PET reciclados en el pavimento rígido?	Establecer si la adición de los PET reciclados mejoró la trabajabilidad del concreto del pavimento rígido	La trabajabilidad del pavimento rígido respeta la normativa ACI 211		
	¿Cómo se incorporó el PET reciclado en 3%,6% y 9% en el diseño del concreto para pavimento rígido?		Incorporar el PET reciclado en 3%,6% y 9% en el diseño del concreto para el pavimento rígido	Se incorpora el PET reciclado en 3%,6% y 9% en el diseño del concreto para el pavimento rígido	V2 = Resistencia a la compresión del pavimento rígido	Método de ensayos mecánicos	Slump de consistencia del concreto.
		¿Cuánto fue el porcentaje ideal con la adición de PET reciclados para mejorar el pavimento rígido?	Determinar cómo influye el PET reciclado en la resistencia a la compresión en el concreto del pavimento rígido en la ciudad de Puno.	Se determinó que el mejor porcentaje para mejorar la compresión del pavimento rígido con la adición de PET reciclados son 3%, 6% y 9%.			

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14**

*Matriz de Validación del Instrumento*

**Matriz de Validación del Instrumento**

**INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN DE EXPERTOS**

Muestreo de 60 probetas, de las cuales 5 probetas son de la muestra patrón  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , 3%, 6% y 9% de agregado del plástico PET. Considerándose la resistencia de las probetas a los 7, 14 y 28 días teniendo como normas ASTM C 39 y ASTM C-172.

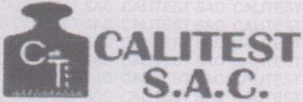
MATRIZ DE VALIDACIÓN															
Título del Proyecto	"INFLUENCIA DEL POLIETILENO TEREFALATO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN EL CONCRETO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, PUNO – 2022."														
Objetivo	Determinar cómo influye el PET reciclado en la resistencia a la compresión en el concreto del pavimento rígido en la ciudad de Puno.														
Variables	Indicador	Criterios de evaluación								Evaluación del reactivo			Observación y/o recomendaciones		
		El contenido es relevante según los objetivos		Relación entre la variable y el indicador		Relación entre el indicador y la opción de respuesta		La redacción es clara y comprensible		Factibilidad de aplicación		Bueno		Regular	Deficiente
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No				
PET Reciclado	Granulometría	X		X		X		X		X		X			
Resistencia a la compresión del pavimento rígido	Ensayos de resistencia a la compresión	X		X		X		X		X		X			
	Slump de consistencia del concreto	X		X		X		X		X		X			
Validado por: Ing. Jorge Luis Zambrano Rojas							Registro Profesional N°: 85233								
Profesión: Ingeniero Civil															
Lugar de trabajo: MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO															
Lugar y fecha de Validación: Puno, octubre del 2022															
Firma:   Jorge Luis Zambrano Rojas INGENIERO CIVIL CIP 85233															

## Anexo B Instrumento de recolección de datos

Técnicas	Instrumentos	Fuentes
Diseño de concreto	<ul style="list-style-type: none"><li>– Prueba de ensayo</li><li>– Ficha de cotejos</li></ul>	Norma e. 0.60
Prueba de ensayo de resistencia a la compresión	<ul style="list-style-type: none"><li>– Ficha de observación</li><li>– Prueba de ensayo en el laboratorio</li></ul>	ASTM C 39
Análisis de resultados	<ul style="list-style-type: none"><li>– Prueba de ensayo de laboratorio</li><li>– Programa de cálculos (Microsoft Excel)</li></ul>	Sociedad Americana de Ensayos y Materiales (ASTM)

Fuente: Elaboración Propia

# Anexo C Certificado de Calibración



**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0122004**

---

Expediente : N° 0034-2022

Fecha de Emisión : 2022-04-27

**1. SOLICITANTE** : CORPORACION ACS CONSULTORES SAC

**DIRECCIÓN** : JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS N° 122. - PUNO

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : Prensa para Rotura de Briqueta de Concreto

Prensa

Marca : PYS EQUIPOS (apolo instruments)

Modelo : STYE-2000

Número de Serie : 1906081

Capacidad : 2000 KN

Indicador digital

Marca : MC

Modelo : LM-02

Número de Serie : 06820009-1

Unidad : kg

Componentes

<b>Transductor</b> : Presión	<b>Bomba</b> : Eléctrica
Marca : No indica	Marca : WNM
Modelo : No indica	Modelo : 8024
Número de Serie : No indica	Número de Serie : 1902974
Capacidad : No indica	
<b>Procedencia</b> : PERÚ	<b>Válvula</b> : Hidráulica
<b>Identificación</b> : No indica	Marca : MINSOO
	Modelo : XS12JK-SP/Y
	Número de Serie : No indica
<b>Ubicación</b> : Campo (**)	

**3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**

Fecha : 2022-04-20

Lugar : Instalaciones del Cliente

**4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-01 y la Norma NTP ISO/IEC 17025:2017. Se aplicaron tres series de carga a la celda mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20.7	19.5
Humedad Relativa (%)	33	30


Página 1 de 2

El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

---




Sello

Laboratorio de Metrología


**CALITEST S.A.C.**

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE  
JEFF DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

Tco. GIANFRANCO ANDRÉ  
MESTAS PIZANGO  
CIP. 256285  
JEFE DE LABORATORIO



ACTIVIDADES EN CONSTRUCCIÓN  
ACS  
VºBº  
CONTROL DE CALIDAD

Rev00    Elaborado: PFSP    Revisado: GAMP    Aprobado: AJJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com , certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

**PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO**



**CALITEST S.A.C.**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0122004**

Página 2 de 2

**6. TRAZABILIDAD**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Pontificia Universidad Católica del Perú	Celda de Carga 150 TN	INF-LC-001-22

**7. OBSERVACIONES**

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

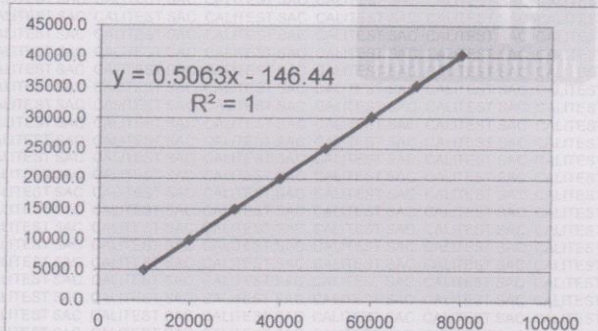
(\*\*) PROYECTO: Servicio de Supervisión del Servicio de Gestión, mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio del corredor vial "pro region puno - paquete - 04: PE-34V, PE-3ST, PE-3SU, PE-36E, PE-36F Y PE-38B"

**8. RESULTADO DE MEDICIÓN**

TABLA N° 01

SISTEMA DIGITAL "A" kg	SERIES DE VERIFICACIÓN				PROMEDIO "B" kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	Serie (1) kg	Serie (2) kg	Error (1) %	Error (2) %			
10000	96.52	9863.71	-99.03	-1.36	4980.1	-50.20	138.68
20000	192.99	19679.50	-99.04	-1.60	9936.2	-50.32	138.67
30000	291.01	29756.32	-99.03	-0.81	15023.7	-49.92	138.68
40000	390.09	39778.10	-99.02	-0.55	20084.1	-49.79	138.67
50000	488.16	49778.10	-99.02	-0.44	25133.1	-49.73	138.67
60000	587.65	59923.61	-99.02	-0.13	30255.6	-49.57	138.67
70000	685.86	69938.24	-99.02	-0.09	35312.1	-49.55	138.67
80000	783.83	79928.40	-99.02	-0.09	40356.1	-49.55	138.67

GRAFICO N° 01



**NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN**

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ASTM E4-01.
2. - Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  

$$Ep = ((A-B) / B) * 100$$

$$Rp = Error(2) - Error(1)$$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el  $\pm 1.0$  %.

Coefficiente Correlación:  
 $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste:  
 $y = 0.5063x - 146.44$

x : Lectura de la pantalla (kg)  
y : Fuerza promedio (kg)

Laboratorio de Metrología



**CALITEST S.A.C.**

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE  
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

Ingeniero PIZANGO ANDRÉS  
JEFE DE LABORATORIO  
DIP. 256285



FEI-01

Rev00

Elaborado:PFSP

Revisado:GAMP



Aprovado:AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com , certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

**PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO**

## Anexo D Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	
	DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO	
<b>PROYECTO</b> : INFLUENCIA DEL POLIMERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN EL CONCRETO EN EL PAVIMENTO RIGIDO, PUNO - 2022.	<b>TIPO/COD. MUESTRA</b> : GRAVA ZARANDEADA/ARENA	
<b>SOLICITANTE</b> : BEDREGAL NEYRA JORGE LUIS : MENESES BAILON SINDY LIZBETH	<b>APLICACIÓN</b> : CONCRETO	

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO GRUESO**  
NORMA: N.T.P. 400,012 / ASTM C-136

CANTERA : Pte. CUTIMBO

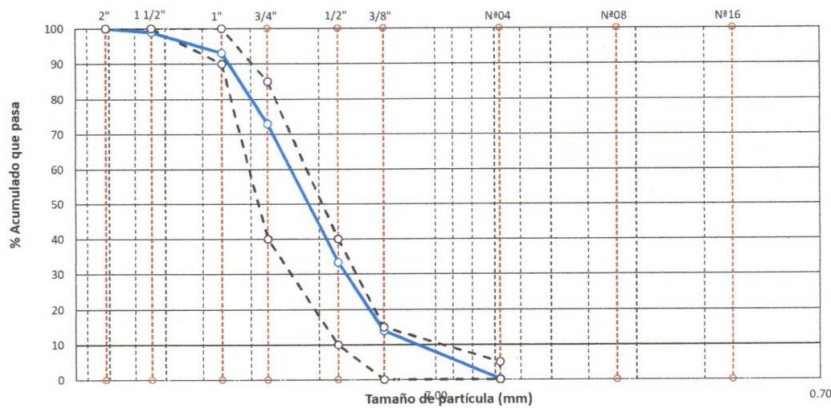
MUESTREO : CANTERA

MUESTRA : M-1

FECHA DE ENSAYO : 18/07/2022

TAMIZ		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN ASTM C - 33	DATOS DEL AGREGADO
Pulg.	Mm.						
2"	50.000				100.0		PESO MUEST. SECA : 2480 g.
1 1/2"	38.000	24.0	1.0	1.0	99.0	100 - 100	TAMAÑO MÁXIMO: 2"
1"	25.000	147.0	5.9	6.9	93.1	90 - 100	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: 1 1/2"
3/4"	19.000	496.3	20.0	26.9	73.1	40 - 85	
1/2"	12.500	985.0	39.7	66.6	33.4		
3/8"	9.500	481	19.4	86.0	14.0	0 - 15	
Nº 04	4.750	341.6	13.8	99.8	0.2	0 - 5	
Nº 08	2.360	1.2	0.0	99.8	0.2	----	
Nº 16	1.180	0.0	0.0	99.8	0.2	----	
FONDO		4.0	0.2	100.0	0.0		

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**



- Muestreo e identificación realizado por el Solicitante
- Se realizó el ensayo granulométrico del agregado grueso, de la Cantera Pte Cutimbo.



  
**Jorge L. Zambiano Morales**  
 INGENIERO CIVIL

**CORPORACION ACS CONSULTORES S.A.C.**  
 ACTIVIDADES, CONSTRUCCION Y SERVICIOS  
  
**Ing. Victor Choquecota Serrano**  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 CIP 259821

## Anexo E Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino.

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	
	DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO	

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL POLIMERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN EL CONCRETO EN EL PAVIMENTO RIGIDO, PUNO - 2022.      **TIPO/COD. MUESTRA** : ARENA ZARANDEADA  
**SOLICITANTE** : BEDREGAL NEYRA JORGE LUIS      **APLICACIÓN** : CONCRETO  
 : MENESES BAILON SINDY LIZBETH

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO

NORMA: N.T.P. 400,012 / ASTM C-136

**CANTERA** : Pte. CUTIMBO

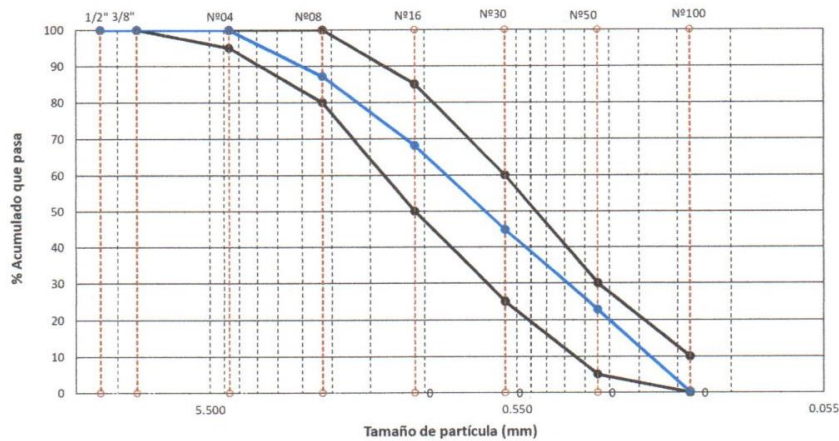
**MUESTREO** : CANTERA

**MUESTRA** : M-3

**FECHA DE ENSAYO** : 18/07/2022

TAMIZ		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN ASTM C - 33	DATOS DEL AGREGADO	
Pulg.	mm.							
1/2"	12.500				100.0		PESO MUESTRA SECA:	1134.0 g.
3/8"	9.500		0.0	0.0	100.0	100 - 100	MODULO DE FINEZA:	2.766
Nº 04	4.750		0.0	0.0	100.0	95 - 100		
Nº 08	2.360	194.2	12.8	12.8	87.2	80 - 100		
Nº 16	1.180	288.5	19.0	31.8	68.2	50 - 85		
Nº 30	0.600	354.0	23.3	55.1	44.9	25 - 60		
Nº 50	0.300	335.0	22.1	77.2	22.8	5 - 30		
Nº 100	0.150	344.0	22.7	99.8	0.2	0 - 10		
FONDO		2.9	0.2	100.0	0.0			

#### CURVA GRANULOMETRICA



#### OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el Solicitante.
- Se realizó el ensayo granulométrico del agregado fino
- El agregado fino en cuanto a uso granulométrico sera reajustado de acuerdo a las normas NTP por resistencia





  
 Jorge L. Zambardo  
 Ingeniero Civil

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

  
 Ing. Visto K. Choquecota Serrano  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 C.I.P. 259821

# Anexo F Determinación del contenido de humedad total de agregado grueso y fino por secado

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	
	DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO	
<b>PROYECTO</b> : INFLUENCIA DEL POLIMERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN EL CONCRETO EN EL PAVIMENTO RIGIDO, PUNO - 2022.	<b>TIPO/COD. MUESTRA</b> : GRAVA ZARANDEADA/ARENA	
<b>SOLICITANTE</b> : BEDREGAL NEYRA JORGE LUIS : MENESES BAILON SINDY LIZBETH	<b>APLICACIÓN</b> : CONCRETO	

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE AGREGADO POR SECADO**  
 NORMA: N.T.P. 339,185 / ASTM C-566

**CANTERA** : Pte. CUTIMBO  
**MUESTREO** : CANTERA  
**MUESTRA** : M-1  
**FECHA DE ENSAYO** : 18/07/2022

AGREGADO GRUESO					
DATOS DEL ENSAYO	UND	1	2	3	RESULTADOS
Peso del suelo húmedo + tara	g.	79.5	69.2	56.9	
Peso del suelo seco + tara	g.	74.2	65.4	54	
Peso de tara	g.	14.1	14.0	14.2	
Peso de agua	g.	5.3	3.8	2.9	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD 7.83 %</b>
Peso de suelo seco	g.	60.1	51.4	39.8	
Contenido de agua	%	8.82	7.39	7.29	
Promedio del contenido de agua	%	7.83			

**CANTERA** : Pte. CUTIMBO  
**MUESTREO** : CANTERA  
**MUESTRA** : M-1 Y M-2  
**FECHA DE ENSAYO** : 18/07/2022

AGREGADO FINO					
DATOS DEL ENSAYO	UND	1	2	3	RESULTADOS
Peso del suelo húmedo + tara	g.	82.4	76.9	80.8	
Peso del suelo seco + tara	g.	75.4	70.6	73.85	
Peso de tara	g.	14.1	14.0	14.5	
Peso de agua	g.	7.0	6.3	4.7	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD 10.14 %</b>
Peso de suelo seco	g.	61.3	56.6	59.4	
Contenido de agua	%	11.40	11.11	7.90	
Promedio del contenido de agua	%	10.14			

- OBSERVACIONES:**
- Muestreo e identificación realizado por el Solicitante.
  - Se realizó el ensayo determinación del contenido de humedad total del agregado por secado en el Laboratorio





  
 Jorge L. Zambrano  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 85238

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
 Ing. Victor Choquecota Serrano  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 CIP 259821



# Anexo G Determinación del Peso Unitario y vacios en Agregados

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	
	DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO	
<b>PROYECTO</b> : INFLUENCIA DEL POLIMERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN EL CONCRETO EN EL PAVIMENTO RIGIDO, PUNO - 2022. <b>SOLICITANTE</b> : BEDREGAL NEYRA JORGE LUIS : MENESES BAILON SINDY LIZBETH	<b>TIPO/COD. MUESTRA</b> : GRAVA ZARANDEADA/ARENA  <b>APLICACIÓN</b> : CONCRETO	

**DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO Y VACÍOS EN AGREGADOS**  
 NORMA: N.T.P. 400.017 / ASTM C-29

CANTERA : Pte. CUTIMBO  
 MUESTREO : CANTERA  
 MUESTRA : M-1  
 FECHA DE ENSAYO : 19/07/2002

AGREGADO GRUESO						
DATOS DEL PESO UNITARIO	UND	PESOS UNITARIOS				RESULTADOS DEL PESO UNITARIO
		SUELTO		COMPACTADO		
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	g.	29754	29775	31654	31648	
2.- Peso del recipiente	g.	8247	8247.0	8247.0	8247.0	
3.- Peso del agregado	g.	21507	21528	23407	23401	
4.- Constante ó Volumen	m3	0.01408	0.01408	0.01408	0.01408	
5.- Peso unitario suelto húmedo	kg/m3	1528	1529	1663	1662	
DATOS DE HUMEDAD						
		CONTENIDO DE HUMEDAD				
A.- Peso de la muestra húmeda	g.	2170.8				
B.- Peso de muestra seca	g.	2140.4				
C.- Peso del recipiente	g.	0.0				
D.- Contenido de humedad	%	1.42				
E.- Contenido de humedad (promedio)	%	1.42				
					PESO UNITARIO SUELTO	: 1507 Kg/m3
					PESO UNITARIO COMPACTADO	: 1639 Kg/m3

CANTERA : Pte. CUTIMBO  
 MUESTREO : CANTERA  
 MUESTRA : M-1 Y M-2  
 FECHA DE ENSAYO : 18/07/2022

AGREGADO FINO						
DATOS DEL PESO UNITARIO	UND	PESOS UNITARIOS				RESULTADOS DEL PESO UNITARIO
		SUELTO		COMPACTADO		
1.- Peso de la muestra + recipiente	g.	31224	31235	32714	32714	
2.- Peso del recipiente	g.	8247	8247	8247	8247	
3.- Peso del agregado	g.	22977	22988	24467	24467	
4.- Constante ó Volumen	m3	0.01408	0.01408	0.01408	0.01408	
5.- Peso unitario suelto húmedo	kg/m3	1632	1633	1738	1738	
DATOS DE HUMEDAD						
		CONTENIDO DE HUMEDAD				
A.- Peso de la muestra húmeda	g.	1494.6				
B.- Peso de muestra seca	g.	1483.4				
C.- Peso del recipiente	g.	0.0				
D.- Contenido de humedad	%	0.76				
E.- Contenido de humedad (promedio)	%	0.76				
					PESO UNITARIO SUELTO	: 1621 Kg/m3
					PESO UNITARIO COMPACTADO	: 1725 Kg/m3



**OBSERVACIONES:**  
 1.- Muestreo e identificación realizado por el Solicitante.  
 2.- Se realizó el ensayo del peso unitario y vacios en agregados.



*Jorge I. Zambrano Rojas*  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 16523

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
*Victor H. Choquecota Serrano*  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 CIP. 259821

## Anexo H Peso específico y absorción del agregado grueso

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	
	DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO	
<b>PROYECTO</b> : INFLUENCIA DEL POLIMERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN EL CONCRETO EN EL PAVIMENTO RIGIDO, PUNO - 2022.	<b>TIPO/COD. MUESTRA</b> : GRAVA ZARANDEADA/ARE	
<b>UBICACIÓN</b> : BEDREGAL NEYRA JORGE LUIS : MENESES BAILON SINDY LIBETH	<b>APLICACIÓN</b> : CONCRETO	

### PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

NORMA: N.T.P. 400.021 / ASTM C-127

**CANTERA** : Pte. CUTIMBO  
**MUESTREO** : CANTERA  
**MUESTRA** : M-1  
**FECHA DE ENSAYO** : 20/07/2022

DATOS DEL PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN		UND	01	02	RESULTADOS DEL ENSAYO	
A	Peso de la muestra seca al horno	g.	1624.2	1532.6		
B	Peso de la muestra superficial seca al aire	g.	1658.9	1564.8		
C	Peso de la muestra superficialmente seca sumergida	g.	993.2	939.2		
	Peso específico de masa	g/cm <sup>3</sup>	2.440	2.450	P.E.M	: 2445 Kg/m <sup>3</sup>
	Peso específico de masa saturada superficialmente seca	g/cm <sup>3</sup>	2.492	2.501	P.E.M.S.S.	: 2497 Kg/m <sup>3</sup>
	Peso específico aparente	g/cm <sup>3</sup>	2.574	2.583	P.E.A.	: 2579 Kg/m <sup>3</sup>
	Absorción de agua	%	2.14	2.10	ABSORCIÓN	: 2.12 %

### PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

NORMA: N.T.P. 400.022 / ASTM C-128

**CANTERA** : Pte. CUTIMBO  
**MUESTREO** : CANTERA  
**MUESTRA** : M-1 Y M-2  
**FECHA DE ENSAYO** : 18/07/2022

DATOS DEL PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN		UND	01	02	RESULTADOS DEL ENSAYO	
A	Peso del picnómetro + agua aforado	g.	1128.8	1128.8		
B	Peso de la muestra seca al horno	g.	488.5	488.3		
C	Peso de la muestra saturada superficialmente seca	g.	500	500		
D	Peso de picnómetro + agua aforado + muestra	g.	1429.2	1428.9		
	Peso específico sobre base seca	g/cm <sup>3</sup>	2.447	2.443	P.E.M	: 2445 Kg/m <sup>3</sup>
	Peso específico sobre base saturada superficialmente seca	g/cm <sup>3</sup>	2.505	2.501	P.E.M.S.S.	: 2503 Kg/m <sup>3</sup>
	Peso específico aparente	g/cm <sup>3</sup>	2.597	2.595	P.E.A.	: 2596 Kg/m <sup>3</sup>
	Absorción de agua	%	2.35	2.40	ABSORCIÓN	: 2.38 %

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizado por el Solicitante.
- Se realizó el ensayo de peso específico y absorción de los agregados, de las canteras: Pte.Cutimbo





  
 Ing. I. Lombardi Torres  
 NÚMERO C.M.  
 CIP. 259821

**CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.**  
 ACTIVIDADES: CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

  
 Ing. Victor Choquecota Serrano  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 CIP. 259821

# Anexo I Diseño de Mezcla de concreto

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	
	DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO	
<b>PROYECTO</b> : INFLUENCIA DEL POLIMERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN EL CONCRETO EN EL PAVIMENTO RIGIDO, PUNO - 2022.	<b>TIPO/COD. MUESTRA</b> : GRAVA ZARANDEADA/ARENA	
<b>UBICACIÓN</b> : BEDREGAL NEYRA JORGE LUIS : MENESES BAILON SINDY LIZBETH	<b>RESIDENTE DE OBRA</b> : CONCRETO <b>FECHA</b> : 21/07/2022	

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (concreto hidraulico)**  
 RECOMENDACIÓN ACI 211

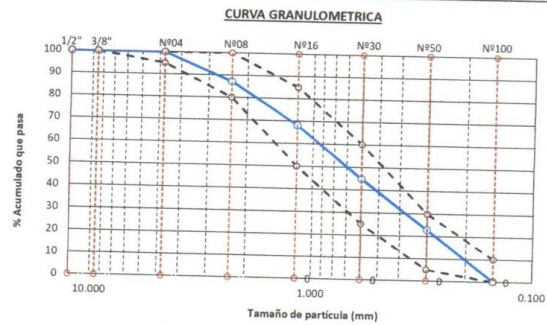
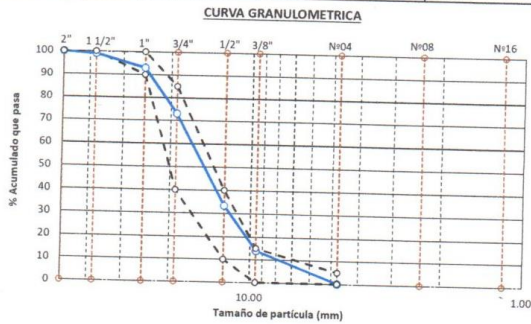
**RESISTENCIA DEL DISEÑO**  $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

**I.- CARACTERISTICA FISICA DEL AGREGADO GRUESO:** Pte. CUTIMBO

TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	RESULTADOS OBTENIDOS
Pulg.	Mm.				
2"	50.00				Tamaño máximo del agregado
1 1/2"	38.00	24.0	1.0	99.0	Tamaño máximo nominal del agregado
1"	25.00	147.0	5.9	93.1	Peso unitario suelto seco
3/4"	19.00	496.3	20.0	73.1	Peso unitario compactado seco
1/2"	12.50	985.0	39.7	33.4	Peso específico de masa
3/8"	9.50	481.0	19.4	14.0	Peso específico de masa saturado superficialmente seco
Nº 04	4.75	341.6	13.8	0.2	Peso específico aparente
Nº 08	2.36	1.2	0.0	0.2	Contenido de humedad
Nº 16	1.18	0.0	0.0	0.2	Absorción
FONDO		4.0	0.2	0.0	



**II.- CARACTERISTICA FISICA DEL AGREGADO FINO:** Pte. CUTIMBO

TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	RESULTADOS OBTENIDOS
Pulg.	Mm.				
1/2"	12.500			100.0	Módulo de fineza
3/8"	9.500	0.0	0.0	100.0	
Nº04	4.750	0.0	0.0	100.0	Peso unitario suelto seco
Nº 08	2.360	194.2	12.8	87.2	Peso unitario compactado seco
Nº 16	1.180	288.5	19.0	68.2	Peso específico de masa
Nº 30	0.600	354.0	23.3	44.9	Peso específico de masa saturado superficialmente seco
Nº 50	0.300	335.0	22.1	22.8	Peso específico aparente
Nº 100	0.150	344.0	22.7	0.2	Contenido de humedad
FONDO		2.9	0.2	0.0	Absorción
					Partícula menor a 75 µm (malla Nº200)



  
 Jorge L. Zambiano  
 INGENIERO CIVIL

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
 ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
  
 Ing. Victoria  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 C.I.P. 259821

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	
	DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO	

<b>PROYECTO</b> : INFLUENCIA DEL POLIMERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN EL CONCRETO EN EL PAVIMENTO RIGIDO, PUNO - 2022.	<b>TIPO/COD. MUESTRA</b> : GRAVA ZARANDEADA/ARENA
<b>UBICACIÓN</b> : BEDREGAL NEYRA JORGE LUIS : MENESES BAILON SINDY LIZBETH	<b>APLICACIÓN</b> : CONCRETO <b>FECHA</b> : 21/07/2022

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (concreto hidraulico)**  
RECOMENDACIÓN ACI 211

**RESISTENCIA DEL DISEÑO  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$**

**III.- ESPECIFICACIONES DE DISEÑO**

<b>Resistencia especificada</b>	$f'c$	<b>210</b>	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Relación agua cemento</b>	R a/c	<b>0.148</b>	
<b>Consistencia requerida</b>	Slump	<b>3" a 4"</b>	Pulgadas

**IV.- DOSIFICACIÓN DE MATERIALES EN PESO POR METRO CUBICO**

**1.000 M3**

<b>Cemento</b>	: Cemento Frontera NTP 334. 090	<b>374</b>	kg/m <sup>3</sup>	<b>0.131</b>	m <sup>3</sup>	<b>8.80</b>	Bol./m <sup>3</sup>
<b>Agua</b>	: Agua potable	<b>55</b>	l/m <sup>3</sup>	<b>0.055</b>	m <sup>3</sup>		
<b>Agregado fino</b>	Pte. CUTIMBO	<b>993</b>	kg/m <sup>3</sup>	<b>0.381</b>	m <sup>3</sup>		
<b>Agregado grueso</b>	Pte. CUTIMBO	<b>1114</b>	kg/m <sup>3</sup>	<b>0.432</b>	m <sup>3</sup>		

**V.- DOSIFICACIÓN DE MATERIALES EN VOLUMEN**

<b>Cemento</b>	: Cemento Frontera NTP 334. 090	<b>1.00</b>	Pie <sup>3</sup>	<b>42.50</b>	Kg.
<b>Agua</b>	: Agua potable	<b>6.29</b>	L	<b>6.29</b>	L
<b>Agregado fino</b>	Pte. CUTIMBO	<b>2.46</b>	Pie <sup>3</sup>	<b>112.86</b>	Kg.
<b>Agregado grueso</b>	Pte. CUTIMBO	<b>2.97</b>	Pie <sup>3</sup>	<b>126.60</b>	Kg.

**OBSERVACIONES:**

- Se anexa ensayos de laboratorio:

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 1.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO GRUESO  | NORMA: N.T.P. 400,012 / ASTM C-136 |
| 2.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO  | NORMA: N.T.P. 400,012 / ASTM C-136 |
| 3.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE AGREGADO POR SECADO   | NORMA: N.T.P. 339,185 / ASTM C-566 |
| 4.- DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO Y VACÍOS EN AGREGADOS   | NORMA: N.T.P. 400,017 / ASTM C-29  |
| 5.- PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO   | NORMA: N.T.P. 400,021 / ASTM C-127 |
| 6.- PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO   | NORMA: N.T.P. 400,022 / ASTM C-128 |
| 7.- MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ NORMALIZADO 75 $\mu\text{m}$ (Tamiz N°200) POR LAVADO EN AGREGADOS | NORMA: N.T.P. 400,018 / ASTM C-117 |

\* EL DISEÑO DEBE CORREGIRSE POR HUMEDAD EN OBRA LAS VECES QUE LA HUMEDAD DE LOS AGREGADOS VARIEN.





  
**Jorge L. Zambardo**  
 INGENIERO CIVIL

**CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.**  
 ACTIVIDADES CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

  
**Ing. Victoria Anguacota Serrano**  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 CIP 20862

# Anexo J Diseño de Mezcla de concreto – Recomendación ACI 211

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		
	DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO		
<b>PROYECTO</b> : INFLUENCIA DEL POLIMERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN EL CONCRETO EN EL PAVIMENTO RIGIDO, PUNO - 2022.	<b>TIPO/COD. MUESTRA</b> : GRAVA ZARANDEADA/ARENA		
<b>UBICACIÓN</b> : BEDREGAL NEYRA JORGE LUIS : MENESES BAILON SINDY LIZBETH	<b>RESIDENTE DE OBRA</b>	<b>APLICACIÓN</b> : CONCRETO <b>FECHA</b> : 21/07/2022	

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (concreto hidráulico)**  
RECOMENDACIÓN ACI 211

RESISTENCIA DEL DISEÑO  $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

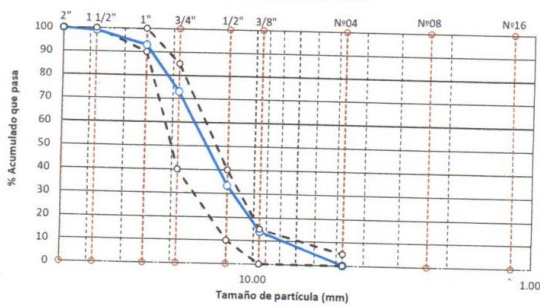
I.- CARACTERISTICA FISICA DEL AGREGADO GRUESO: Pte. CUTIMBO

TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	RESULTADOS OBTENIDOS	
Pulg.	Mm.					
2"	50.00				Tamaño máximo del agregado	2" Pulgadas
1 1/2"	38.00	24.0	1.0	99.0	Tamaño máximo nominal del agregado	1 1/2" Pulgadas
1"	25.00	147.0	5.9	93.1	Peso unitario suelto seco	1507 kg/m <sup>3</sup>
3/4"	19.00	496.3	20.0	73.1	Peso unitario compactado seco	1639 kg/m <sup>3</sup>
1/2"	12.50	985.0	39.7	33.4	Peso específico de masa	2445 kg/m <sup>3</sup>
3/8"	9.50	481.0	19.4	14.0	Peso específico de masa saturado superficialmente seco	2497 kg/m <sup>3</sup>
Nº 04	4.75	341.6	13.8	0.2	Peso específico aparente	2579 kg/m <sup>3</sup>
Nº 08	2.36	1.2	0.0	0.2	Contenido de humedad	7.83 %
Nº 16	1.18	0.0	0.0	0.2	Absorción	2.12 %
FONDO		4.0	0.2	0.0		

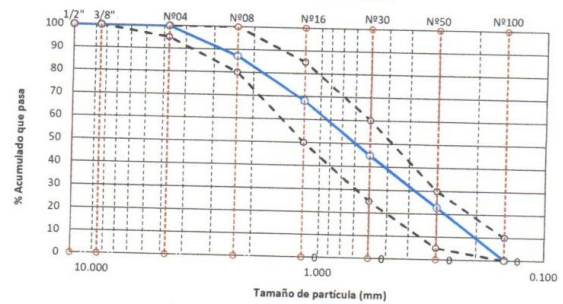
II.- CARACTERISTICA FISICA DEL AGREGADO FINO: Pte. CUTIMBO

TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	RESULTADOS OBTENIDOS	
Pulg.	Mm.					
1/2"	12.500			100.0	Módulo de fineza	2.756 (Adimensional)
3/8"	9.500	0.0	0.0	100.0	Peso unitario suelto seco	1621 kg/m <sup>3</sup>
Nº04	4.750	0.0	0.0	100.0	Peso unitario compactado seco	1725 kg/m <sup>3</sup>
Nº 08	2.360	194.2	12.8	87.2	Peso específico de masa	2445 kg/m <sup>3</sup>
Nº 16	1.180	288.5	19.0	68.2	Peso específico de masa saturado superficialmente seco	2503 kg/m <sup>3</sup>
Nº 30	0.600	354.0	23.3	44.9	Peso específico aparente	2596 kg/m <sup>3</sup>
Nº 50	0.300	335.0	22.1	22.8	Contenido de humedad	10.14 %
Nº 100	0.150	344.0	22.7	0.2	Absorción	2.38 %
FONDO		2.9	0.2	0.0	Partícula menor a 75 µm (malla Nº200)	2.58 %

CURVA GRANULOMETRICA



CURVA GRANULOMETRICA





  
 Jorge L. Zambrano  
 INGENIERO CIVIL

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES, CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

  
 Ing. Victoria Quispe Serrano  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 C.I.P. 299821

# Anexo K Diseño de Mezcla de concreto – Plástico PET

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	
	DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO	
<b>PROYECTO</b> : INFLUENCIA DEL POLIMERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN EL CONCRETO EN EL PAVIMENTO RIGIDO, PUNO - 2022	<b>TIPO/COD. MUESTRA</b> : GRAVA ZARANDADA/ARENA	
<b>UBICACIÓN</b> : BEDREGAL NEYRA JORGE LUIS : MENESES BAILON SINDY LIZBETH	<b>APLICACION</b> : CONCRETO <b>FECHA</b> : 21/07/2022	

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (concreto hidraulico)**  
RECOMENDACIÓN ACI 211

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 3\%$  Polimero reciclado**

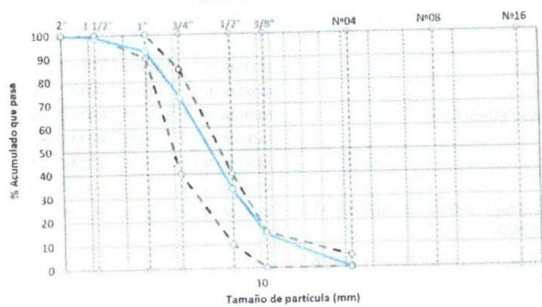
**I.- CARACTERISTICA FISICA DEL AGREGADO GRUESO:** Pte. CUTIMBO

TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	RESULTADOS OBTENIDOS	
Pulg.	Mm.				Tamaño máximo del agregado	
2"	50.00			99.0	Tamaño máximo nominal del agregado	2" Pulgadas
1 1/2"	38.00	24.0	1.0	99.0	Peso unitario suelto seco	1507 kg/m <sup>3</sup>
1"	25.00	147.0	5.9	93.1	Peso unitario compactado seco	1639 kg/m <sup>3</sup>
3/4"	19.00	496.3	20.0	73.1	Peso específico de masa	2445 kg/m <sup>3</sup>
1/2"	12.50	985.0	39.7	33.4	Peso específico de masa saturado superficialmente seco	2497 kg/m <sup>3</sup>
3/8"	9.50	481.0	19.4	14.0	Peso específico aparente	2579 kg/m <sup>3</sup>
Nº 04	4.75	341.6	13.8	0.2	Contenido de humedad	7.83 %
Nº 08	2.36	1.2	0.0	0.2	Absorción	2.12 %
Nº 16	1.18	0.0	0.0	0.2		
FONDO		4.0	0.2	0.0		

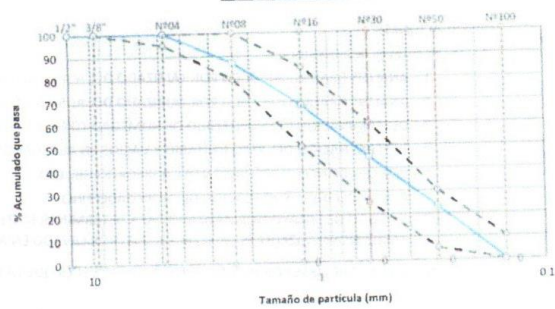
**II.- CARACTERISTICA FISICA DEL AGREGADO FINO:** Pte. CUTIMBO


TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	RESULTADOS OBTENIDOS	
Pulg.	Mm.				Módulo de fineza	
1/2"	12.500			100.0	Módulo de fineza	2.756 (Adimensional)
3/8"	9.500	0.0	0.0	100.0	Peso unitario suelto seco	1621 kg/m <sup>3</sup>
Nº 04	4.750	0.0	0.0	100.0	Peso unitario compactado seco	1725 kg/m <sup>3</sup>
Nº 08	2.360	194.2	12.8	87.2	Peso específico de masa	2445 kg/m <sup>3</sup>
Nº 16	1.180	288.5	19.0	68.2	Peso específico de masa saturado superficialmente seco	2503 kg/m <sup>3</sup>
Nº 30	0.600	354.0	23.3	44.9	Peso específico aparente	2596 kg/m <sup>3</sup>
Nº 50	0.300	335.0	22.1	22.8	Contenido de humedad	10.14 %
Nº 100	0.150	344.0	22.7	0.2	Absorción	2.38 %
FONDO		2.9	0.2	0.0	Partícula menor a 75 µm (malla Nº200)	2.58 %

**CURVA GRANULOMETRICA**





**CURVA GRANULOMETRICA**



  
**Jorge Luis Zambrano Rojas**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 85233**

  
**ING. VICENTE CHAVEZ**  
**INGENIERO CIVIL**

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		
	DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO		
PROYECTO	: INFLUENCIA DEL POLIMERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN EL CONCRETO EN EL PAVIMENTO RIGIDO, PUNO - 2022.	TIPO/COD. MUESTRA	: GRAVA ZARANDEADA/ARENA
UBICACIÓN	: BEDREGAL NEYRA JORGE LUIS : MENESES BAILON SINDY LIZBETH	APLICACION	: CONCRETO
		FECHA	: 21/07/2022

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (concreto hidraulico)**  
RECOMENDACION ACI 211

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO f'c= 210 kg/cm2 + 3% POLIMERO RECICLADO (PET)**

III.- ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

Resistencia especificada	f'c	210	kg/cm2
Relación agua cemento	R a/c	0.148	
Consistencia requerida	Slump	3" a 4"	Pulgadas

IV.- DOSIFICACIÓN DE MATERIALES EN PESO POR METRO CUBICO

				0.987	M3
Cemento	: Cemento Frontera NTP 334. 090	374	kg/m3	0.131	m3
Agua	: Agua potable	55	l/m3	0.055	m3
Agregado fino	Pte. CUTIMBO	993	kg/m3	0.381	m3
Agregado grueso	Pte. CUTIMBO	1080	kg/m3	0.419	m3
Polimero reciclado	PET	33.420	kg/m3	0.013	m3
				8.80	Bol./m3

V.- DOSIFICACIÓN DE MATERIALES EN VOLUMEN

Cemento	: Cemento Frontera NTP 334. 090	1.00	Pie3	42.50	Kg.
Agua	: Agua potable	6.29	L	6.29	L
Agregado fino	Pte. CUTIMBO	2.46	Pie3	112.86	Kg.
Agregado grueso	Pte. CUTIMBO	2.89	Pie3	122.80	Kg.
Polimero reciclado	PET	0.08	Pie3	3.80	Kg.

OBSERVACIONES:

- Se anexa ensayos de laboratorio:



- |  |                                    |
|--|------------------------------------|
| 1.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO GRUESO   | NORMA: N.T.P. 400,012 / ASTM C-136 |
| 2.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO   | NORMA: N.T.P. 400,012 / ASTM C-136 |
| 3.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE AGREGADO POR SECADO  | NORMA: N.T.P. 339,185 / ASTM C-566 |
| 4.- DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO Y VACÍOS EN AGREGADOS  | NORMA: N.T.P. 400.017 / ASTM C-29  |
| 5.- PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO  | NORMA: N.T.P. 400.021 / ASTM C-127 |
| 6.- PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO  | NORMA: N.T.P. 400.022 / ASTM C-128 |
| 7.- MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ NORMALIZADO 75 µm (Tamiz N°200) POR LAVADO EN AGREGADOS | NORMA: N.T.P. 400,018 / ASTM C-117 |

\* EL DISEÑO DEBE CORREGIRSE POR HUMEDAD EN OBRA LAS VECES QUE LA HUMEDAD DE LOS AGREGADOS VARIEN.



  
Jorge Luis Zambrano Rojas  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 85233



	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	
	DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO	
<b>PROYECTO</b> : INFLUENCIA DEL POLIMERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN EL CONCRETO EN EL PAVIMENTO RIGIDO, PUNO - 2022	<b>TIPO/COD. MUESTRA</b> : GRAVA ZARAFANADA/ARENA	
<b>UBICACION</b> : BEDREGAL NEYRA JORGE LUIS : MENESES BAILON SINDY LIZBETH	<b>APLICACION</b> : CONCRETO <b>FECHA</b> : 21/07/2022	

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (concreto hidraulico)**  
RECOMENDACION ACI 211

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 6\%$  Polimero reciclado**

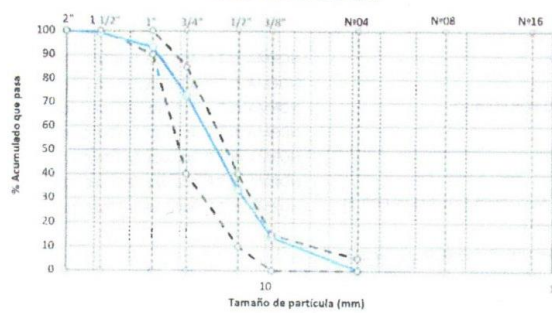
**I.- CARACTERISTICA FISICA DEL AGREGADO GRUESO: Pte. CUTIMBO**

TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	RESULTADOS OBTENIDOS
Pulg.	Mm.				
2"	50.00				Tamaño máximo del agregado
1 1/2"	38.00	24.0	1.0	99.0	Tamaño máximo nominal del agregado
1"	25.00	147.0	5.9	93.1	Peso unitario suelto seco
3/4"	19.00	496.3	20.0	73.1	Peso unitario compactado seco
1/2"	12.50	985.0	39.7	33.4	Peso específico de masa
3/8"	9.50	481.0	19.4	14.0	Peso específico de masa saturado superficialmente seco
Nº 04	4.75	341.6	13.8	0.2	Peso específico aparente
Nº 08	2.36	1.2	0.0	0.2	Contenido de humedad
Nº 16	1.18	0.0	0.0	0.2	Absorción
FONDO		4.0	0.2	0.0	

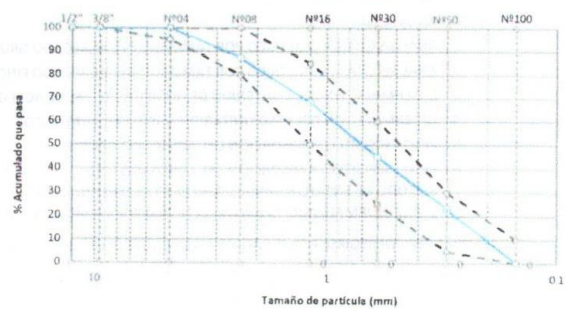
**II.- CARACTERISTICA FISICA DEL AGREGADO FINO: Pte. CUTIMBO**

TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	RESULTADOS OBTENIDOS
Pulg.	Mm.				
1/2"	12.500			100.0	Módulo de fineza
3/8"	9.500	0.0	0.0	100.0	Peso unitario suelto seco
Nº04	4.750	0.0	0.0	100.0	Peso unitario compactado seco
Nº 08	2.360	194.2	12.8	87.2	Peso específico de masa
Nº 16	1.180	288.5	19.0	68.2	Peso específico de masa saturado superficialmente seco
Nº 30	0.600	354.0	23.3	44.9	Peso específico aparente
Nº 50	0.300	335.0	22.1	22.8	Contenido de humedad
Nº 100	0.150	344.0	22.7	0.2	Absorción
FONDO		2.9	0.2	0.0	Partícula menor a 75 µm (malla Nº200)

**CURVA GRANULOMETRICA**





**CURVA GRANULOMETRICA**



  
**Jorge Luis Zambrano Rojas**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP: 65233**

  
**JPP**



	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	
	DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO	
<b>PROYECTO</b> : INFLUENCIA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN EL CONCRETO EN EL PAVIMENTO RÍGIDO, PUNO - 2022.	<b>TIPO/COD. MUESTRA</b>	GRAVA ZARANDEADA/ARENA
<b>UBICACIÓN</b> : BEDREGAL NEYRA JORGE LUIS : MENESES BAILON SINDY LIZBETH	<b>APLICACIÓN</b>	CONCRETO
	<b>FECHA</b>	21/07/2022
<b>DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (concreto hidráulico)</b> RECOMENDACIÓN ACI 211		

### DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 6\% \text{ POLÍMERO RECICLADO (PET)}$

#### III.- ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

<b>Resistencia especificada</b>	$f'c$	<b>210</b>	kg/cm <sup>2</sup>
<b>Relación agua cemento</b>	R a/c	<b>0.148</b>	
<b>Consistencia requerida</b>	Slump	<b>3" a 4"</b>	Pulgadas

#### IV.- DOSIFICACIÓN DE MATERIALES EN PESO POR METRO CUBICO

**0.974 M3**

<b>Cemento</b>	: Cemento Frontera NTP 334.090	<b>374</b>	kg/m <sup>3</sup>	<b>0.131</b>	m <sup>3</sup>	<b>8.80</b>	Bol./m <sup>3</sup>
<b>Agua</b>	: Agua potable	<b>55</b>	l/m <sup>3</sup>	<b>0.055</b>	m <sup>3</sup>		
<b>Agregado fino</b>	Pte. CUTIMBO	<b>993</b>	kg/m <sup>3</sup>	<b>0.381</b>	m <sup>3</sup>		
<b>Agregado grueso</b>	Pte. CUTIMBO	<b>1048</b>	kg/m <sup>3</sup>	<b>0.406</b>	m <sup>3</sup>		
<b>Polímero reciclado</b>	PET	<b>66.85</b>	kg/m <sup>3</sup>	<b>0.026</b>	m <sup>3</sup>		

#### V.- DOSIFICACIÓN DE MATERIALES EN VOLUMEN

<b>Cemento</b>	: Cemento Frontera NTP 334.090	<b>1.00</b>	Pie <sup>3</sup>	<b>42.50</b>	Kg.
<b>Agua</b>	: Agua potable	<b>6.29</b>	L	<b>6.29</b>	L
<b>Agregado fino</b>	Pte. CUTIMBO	<b>2.46</b>	Pie <sup>3</sup>	<b>112.86</b>	Kg.
<b>Agregado grueso</b>	Pte. CUTIMBO	<b>2.79</b>	Pie <sup>3</sup>	<b>119.00</b>	Kg.
<b>Polímero reciclado</b>	PET	<b>0.18</b>	Pie <sup>3</sup>	<b>7.59</b>	Kg.


#### OBSERVACIONES:

- Se anexa ensayos de laboratorio:



- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 1.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO GRUESO  | NORMA: N.T.P. 400,012 / ASTM C-136 |
| 2.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO  | NORMA: N.T.P. 400,012 / ASTM C-136 |
| 3.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE AGREGADO POR SECADO   | NORMA: N.T.P. 339,185 / ASTM C-566 |
| 4.- DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO Y VACÍOS EN AGREGADOS   | NORMA: N.T.P. 400.017 / ASTM C-29  |
| 5.- PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO   | NORMA: N.T.P. 400.021 / ASTM C-127 |
| 6.- PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO   | NORMA: N.T.P. 400.022 / ASTM C-128 |
| 7.- MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ NORMALIZADO 75 $\mu\text{m}$ (Tamiz N°200) POR LAVADO EN AGREGADOS | NORMA: N.T.P. 400,018 / ASTM C-117 |

\* EL DISEÑO DEBE CORREGIRSE POR HUMEDAD EN OBRA LAS VECES QUE LA HUMEDAD DE LOS AGREGADOS VARIEN.



  
 Jorge Luis Zambrano Rojas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIB 85233



	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	
	DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO	

**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL POLIMERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN EL CONCRETO EN EL PAVIMENTO RIGIDO, PUNO - 2022.      **TIPO/COD. MUESTRA** : GRAVA ZARANDADA/ARENA  
**UBICACION** : BEDREGAL NEYRA JORGE LUIS      **APLICACION** : CONCRETO  
: MENFESES BAILON SINDY LIZBETH      **FECHA** : 21/07/2022

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (concreto hidraulico)**  
RECOMENDACIÓN ACI 211

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO f'c= 210 kg/cm2 + 9% Polimero reciclado**

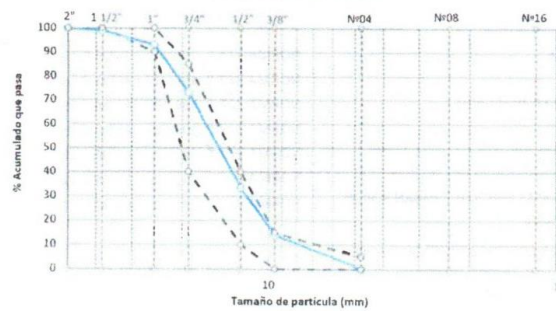
**I.- CARACTERISTICA FISICA DEL AGREGADO GRUESO:** Pte. CUTIMBO

TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	RESULTADOS OBTENIDOS	
Pulg.	Mm.					
2"	50.00				Tamaño máximo del agregado	2" Pulgadas
1 1/2"	38.00	24.0	1.0	99.0	Tamaño máximo nominal del agregado	1 1/2" Pulgadas
1"	25.00	147.0	5.9	93.1	Peso unitario suelto seco	1507 kg/m3
3/4"	19.00	496.3	20.0	73.1	Peso unitario compactado seco	1639 kg/m3
1/2"	12.50	985.0	39.7	33.4	Peso específico de masa	2445 kg/m3
3/8"	9.50	481.0	19.4	14.0	Peso específico de masa saturado superficialmente seco	2497 kg/m3
Nº 04	4.75	341.6	13.8	0.2	Peso específico aparente	2579 kg/m3
Nº 08	2.36	1.2	0.0	0.2	Contenido de humedad	7.83 %
Nº 16	1.18	0.0	0.0	0.2	Absorción	2.12 %
FONDO		4.0	0.2	0.0		

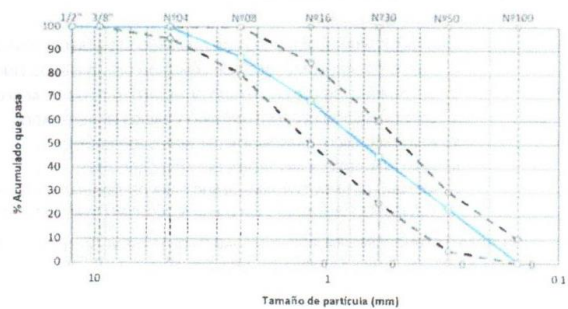
**II.- CARACTERISTICA FISICA DEL AGREGADO FINO:** Pte. CUTIMBO

TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	RESULTADOS OBTENIDOS	
Pulg.	Mm.					
1/2"	12.500			100.0	Módulo de finieza	2.756 (Adimensional)
3/8"	9.500	0.0	0.0	100.0	Peso unitario suelto seco	1621 kg/m3
Nº 04	4.750	0.0	0.0	100.0	Peso unitario compactado seco	1725 kg/m3
Nº 08	2.360	194.2	12.8	87.2	Peso específico de masa	2445 kg/m3
Nº 16	1.180	288.5	19.0	68.2	Peso específico de masa saturado superficialmente seco	2503 kg/m3
Nº 30	0.600	354.0	23.3	44.9	Peso específico aparente	2596 kg/m3
Nº 50	0.300	335.0	22.1	22.8	Contenido de humedad	10.14 %
Nº 100	0.150	344.0	22.7	0.2	Absorción	2.38 %
FONDO		2.9	0.2	0.0	Partícula menor a 75 µm (malla Nº200)	2.58 %

**CURVA GRANULOMETRICA**




**CURVA GRANULOMETRICA**



  
**Jorge Luis Zambrano Rojas**  
**INGENIERO CIVIL**

  
**INGENIERO CIVIL**

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	
	DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO	
<b>PROYECTO</b> : INFLUENCIA DEL POLIMERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN EL CONCRETO EN EL PAVIMENTO RIGIDO, PUNO -2022.	<b>TIPO/COD. MUESTRA</b> : GRAVA ZARANDEADA/ARENA	
<b>UBICACION</b> : BEDREGAL NEYRA JORGE LUIS : MENESES BAILON SINDY LIZBETH	<b>APLICACIÓN</b> : CONCRETO <b>FECHA</b> : 21/07/2022	
<b>DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (concreto hidraulico)</b> RECOMENDACIÓN ACI 211		

### DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 9\% \text{ POLIMERO RECICLADO (PET)}$

#### III.- ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

<b>Resistencia especificada</b>	$f'c$	210	kg/cm <sup>2</sup>
<b>Relación agua cemento</b>	R a/c	0.148	
<b>Consistencia requerida</b>	Slump	3" a 4"	Pulgadas

#### IV.- DOSIFICACIÓN DE MATERIALES EN PESO POR METRO CUBICO

				<b>0.962</b>	<b>M3</b>
<b>Cemento</b>	: Cemento Frontera NTP 334. 090	<b>374</b>	kg/m <sup>3</sup>	<b>0.131</b>	m <sup>3</sup>
<b>Agua</b>	: Agua potable	<b>55</b>	l/m <sup>3</sup>	<b>0.055</b>	m <sup>3</sup>
<b>Agregado fino</b>	Pte. CUTIMBO	<b>993</b>	kg/m <sup>3</sup>	<b>0.381</b>	m <sup>3</sup>
<b>Agregado grueso</b>	Pte. CUTIMBO	<b>1014</b>	kg/m <sup>3</sup>	<b>0.394</b>	m <sup>3</sup>
<b>Polimero reciclado</b>	PET	<b>100.27</b>	kg/m <sup>3</sup>	<b>0.038</b>	m <sup>3</sup>
				<b>8.80</b>	<b>Bol./m<sup>3</sup></b>

#### V.- DOSIFICACIÓN DE MATERIALES EN VOLUMEN

<b>Cemento</b>	: Cemento Frontera NTP 334. 090	<b>1.00</b>	Pie <sup>3</sup>	<b>42.50</b>	Kg.
<b>Agua</b>	: Agua potable	<b>6.29</b>	L	<b>6.29</b>	L
<b>Agregado fino</b>	Pte. CUTIMBO	<b>2.46</b>	Pie <sup>3</sup>	<b>112.86</b>	Kg.
<b>Agregado grueso</b>	Pte. CUTIMBO	<b>2.71</b>	Pie <sup>3</sup>	<b>115.21</b>	Kg.
<b>Polimero reciclado</b>	PET	<b>0.26</b>	Pie <sup>3</sup>	<b>11.39</b>	Kg.

#### OBSERVACIONES:

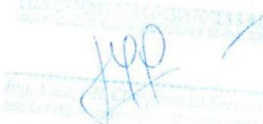
- Se anexa ensayos de laboratorio:

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 1.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO GRUESO  | NORMA: N.T.P. 400,012 / ASTM C-136 |
| 2.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO  | NORMA: N.T.P. 400,012 / ASTM C-136 |
| 3.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE AGREGADO POR SECADO   | NORMA: N.T.P. 339,185 / ASTM C-566 |
| 4.- DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO Y VACÍOS EN AGREGADOS   | NORMA: N.T.P. 400,017 / ASTM C-29  |
| 5.- PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO   | NORMA: N.T.P. 400,021 / ASTM C-127 |
| 6.- PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO   | NORMA: N.T.P. 400,022 / ASTM C-128 |
| 7.- MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ NORMALIZADO 75 $\mu\text{m}$ (Tamiz N°200) POR LAVADO EN AGREGADOS | NORMA: N.T.P. 400,018 / ASTM C-117 |

\* EL DISEÑO DEBE CORREGIRSE POR HUMEDAD EN OBRA LAS VECES QUE LA HUMEDAD DE LOS AGREGADOS VARIEN.



  
 Jorge Luis Zambrano Rojas  
 INGENIERO CIVIL  
 C.P. 85233



# Anexo L Muestra Patron concreto = fc 210 kg/cm2

ACCS		ENSAYO																		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TÉSTIGOS CILÍNDRICOS MTC E-704		ENS.RCTC.0001.009																		
<b>PROYECTO:</b> INFLUENCIA DEL POLIMERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN EL CONCRETO DEL PAVIMENTO RIGIDO, PUÑO-2022 <b>SOLICITANTE:</b> BEDREGAL NEYRA JORGE LUIS <b>MENESSES BAILON SINDY LIBRETH</b> <b>MUESTRA:</b> MUESTRA PATRON CONCRETO = fc 210 kg/cm2																				
<b>1.- MUESTRA</b> UBICACIÓN: PUÑO MATERIAL: CONCRETO																				
<b>2.- PERSONAL</b> OPERADOR: <u>Jorge Libreth</u> ASISTENTE: <u>Jorge Libreth</u>																				
<b>3.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PRÓBETA</b>																				
N°	CÓDIGO DE PRÓBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA	fc kg/cm <sup>2</sup>	PESO (g)	SLUMP (pulg)	Ø <sub>prom</sub> mm	H <sub>prom</sub> mm	ÁREA cm <sup>2</sup>	VOL m <sup>3</sup>	DENS kg/m <sup>3</sup>	4.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN								
												ENSAYO ROTURA								
												FECHA	EDAD	LECT(kg)	Fce	fcr	%	FALTA	RESISTENCIA PROMEDIO	
1	001	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA PATRON	210	11993.0	3	152.5	300.3	182.65	0.00549	2,186	28/07/2022	7	23,145 Kg	127	127	66%	5	60.98
2	002	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA PATRON	210	12417.0	3	151.8	300.2	180.98	0.00543	2,285	28/07/2022	7	23,546 Kg	130	130	62%	5	
3	003	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA PATRON	210	11941.0	2.1/2	151.6	297.0	180.50	0.00536	2,209	28/07/2022	7	23,789 Kg	132	132	63%	6	
4	004	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA PATRON	210	11758.0	2.1/9	152.1	297.6	181.70	0.00541	2,174	28/07/2022	7	22,456 Kg	124	124	59%	5	
5	005	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA PATRON	210	11841.0	3	151.7	298.2	180.74	0.00539	2,197	28/07/2022	7	23,145 Kg	128	128	61%	5	
6	006	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA PATRON	210	12740.0	3	150.7	297.0	178.37	0.00530	2,292	4/08/2022	14	30,125 Kg	169	169	80%	6	81.52
7	007	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA PATRON	210	11235.0	4	151.4	298.7	180.03	0.00538	2,089	4/08/2022	14	31,456 Kg	175	175	83%	6	
8	008	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA PATRON	210	12471.0	3.1/2	150.7	300.0	178.37	0.00535	2,331	4/08/2022	14	30,458 Kg	171	171	81%	6	
9	009	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA PATRON	210	12745.0	3	150.7	300.1	178.37	0.00535	2,269	4/08/2022	14	30,146 Kg	169	169	80%	6	
10	010	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA PATRON	210	11478.0	3.1/2	150.7	297.0	178.37	0.00530	2,167	4/08/2022	14	30,789 Kg	173	173	82%	6	
11	011	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA PATRON	210	12451.0	3.4/7	151.0	300.5	179.08	0.00538	2,314	18/08/2022	28	37,894 Kg	212	212	101%	6	101.22
12	012	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA PATRON	210	11354.0	3	150.3	300.0	177.42	0.00532	2,133	18/08/2022	28	38,456 Kg	217	217	103%	6	
13	013	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA PATRON	210	12478.0	3.1/2	151.4	298.7	180.03	0.00538	2,320	18/08/2022	28	38,145 Kg	212	212	101%	6	



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TÍSTIGOS CILÍNDRICOS MTC E--704**  
ENS.RCTC.0001.009

PROYECTO: INFLUENCIA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN EL CONCRETO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, PUNO-2022

REGISTRO:

SOLICITANTE: BEDREGAL NEYRA JORGE LUIS

FECHA: 18/08/2022

MENESES BALON SINDY LIZBETH

MUESTRA MUESTRA PATRON CONCRETO = f<sub>c</sub> 210 kg/cm<sup>2</sup>

**1.- MUESTRA**

UBICACIÓN: PUNO

SONDAJE:

MATERIAL: CONCRETO

PROFUND.: \_\_\_\_\_

**2.- PERSONAL**

OPERADOR: \_\_\_\_\_

ASISTENTE: \_\_\_\_\_

**3.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA**

N°	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO		ESTRUCTURA	f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>	PESO (g)	SLUMP (pulg)	ϕ <sub>prom</sub> mm	H <sub>prom</sub> mm	ÁREA cm <sup>2</sup>	VOL. m <sup>3</sup>	DENS. kg/m <sup>3</sup>	4.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			RESISTENCIA PROMEDIO			
		FECHA DE MUESTREO	IDENT.:										FECHA	EDAD	LECT(fkg)		f <sub>ce</sub>	PROMEDIO f <sub>cr</sub> %	FALLA
14	014	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA PATRON	210	11,265.0	3 1/2	150.7	298.7	178.37	0.00533	2,114	18/08/2022	28	37,894 Kg	212	212	101%	6
14	015	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA PATRON	210	11,420.0	3 1/2	151.7	300.0	180.74	0.00542	2,106	18/08/2022	28	37,965 Kg	210	210	100%	6

**7.- OBSERVACIONES**

LOS ESPÉCIMENES DE CONCRETO FUERON ENTREGADOS EN LAS INSTALACIONES DE LABORATORIO

Jorge Bedregal Neyra  
 Jefe de Laboratorio

VICTOR A. ROJAS  
 Jefe de Laboratorio



Anexo M Muestra 3% Plástico Reciclado Patrón concreto = fc 210 kg/cm2

1.- MUESTRA		2.- PERSONAL															
UBICACIÓN: PUNO CONCRETO		OPERADOR: ASISTENTE:															
MATERIAL: CONCRETO		SONDAJE: PROFUND.: CAP. 30/30															
<p>ENSAYO</p> <p>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TÉSTIGOS CILÍNDRICOS MTC E-704</p> <p>ENS.RCTC.0001.009</p> <p>INFLUENCIA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN EL CONCRETO RIGIDO PUNO - 2022</p> <p>PROYECTO: BEDROCAL NEYRA JORGE LUIS</p> <p>SOLICITANTE: MENESSES BALON SINDY LIZBETH</p> <p>MUESTRA: MUESTRA 3% PLÁSTICO RECICLADO CONCRETO = fc 210 kg/cm2</p> <p>REGISTRADO: JOSE LIZBETH</p> <p>FECHA: 22/06/2022</p> <p>FECHA: 18/08/2022</p>																	
3.- IDENTIFICACION Y CARACTERISTICAS DE LA PROBETA																	
N°	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA	f'c	PESO (g)	SLUMP (pulg)	Ø <sub>nom</sub> mm	H <sub>nom</sub> mm	ÁREA cm <sup>2</sup>	VOL m <sup>3</sup>	DENS. kg/m <sup>3</sup>	4.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN					
												ENSAYO ROTURA	PROMEDIO	FALTA	RESISTENCIA PROMEDIO		
												EDAD	f'ce	%			
												FECHA	LECT(kg)	f'cr			
1	001	21-07-22	MUESTRA 3% PLÁSTICO RECICLADO	210	11794.0	3	151.2	299.4	179.55	0.00538	2,192	7	24,256 kg	135	64%	5	64.17
2	002	21-07-22	MUESTRA 3% PLÁSTICO RECICLADO	210	11984.0	2 1/2	152.7	300.2	183.13	0.00550	2,180	7	24,365 kg	133	63%	5	
3	003	21-07-22	MUESTRA 3% PLÁSTICO RECICLADO	210	11874.0	3 1/2	150.4	298.4	177.66	0.00530	2,240	7	24,156 kg	136	65%	6	
4	004	21-07-22	MUESTRA 3% PLÁSTICO RECICLADO	210	11984.0	4	151.6	299.7	180.50	0.00541	2,215	7	24,156 kg	134	64%	5	
5	005	21-07-22	MUESTRA 3% PLÁSTICO RECICLADO	210	11945.0	3 1/5	152.1	297.6	181.70	0.00541	2,209	7	24,687 kg	136	65%	5	
6	006	21-07-22	MUESTRA 3% PLÁSTICO RECICLADO	210	11897.0	3	151.4	298.9	180.03	0.00538	2,211	14	31,245 kg	174	83%	6	83.12
7	007	21-07-22	MUESTRA 3% PLÁSTICO RECICLADO	210	11940.0	3 1/2	151.3	300.0	179.79	0.00539	2,214	14	31,456 kg	175	83%	5	
8	008	21-07-22	MUESTRA 3% PLÁSTICO RECICLADO	210	11467.0	3 1/2	150.0	298.6	176.71	0.00528	2,173	14	30,887 kg	175	83%	7	
9	009	21-07-22	MUESTRA 3% PLÁSTICO RECICLADO	210	12123.0	4	151.4	299.3	180.03	0.00539	2,250	14	31,456 kg	175	83%	6	
10	010	21-07-22	MUESTRA 3% PLÁSTICO RECICLADO	210	12312.0	3	150.3	300.0	177.42	0.00532	2,313	14	30,988 kg	175	83%	5	
11	011	21-07-22	MUESTRA 3% PLÁSTICO RECICLADO	210	11456.0	3 1/2	151.7	298.7	180.74	0.00540	2,122	28	39,997 kg	216	103%	5	103.34
12	012	21-07-22	MUESTRA 3% PLÁSTICO RECICLADO	210	11457.0	4	150.7	297.8	178.37	0.00531	2,157	28	39,457 kg	221	105%	5	



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TÉSTIGOS CILÍNDRICOS MTC E--704  
ENS. RCTC.0001.009

PROYECTO: INFLUENCIA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN EL CONCRETO DEL PAVIMENTO RIGIDO-PUNO - 2022

REGISTRO:

SOLICITANTE: BEDREGAL NEYRA JORGE LUIS

MENESES BALÓN SINDY LIZBETH

MUESTRA: MUESTRA 3 % PLÁSTICO RECICLADO CONCRETO = f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>

FECHA: 18/08/2022

**2.- PERSONAL**

OPERADOR:

ASISTENTE:

SONDAIE:

PROFUND:

**3.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA**

N°	CÓDIGO DE PROBETA	MUESTRO PROBETA		f'c kg/cm <sup>2</sup>	PESO (g)	SLUMP (pulg)	Ø <sub>prom</sub> mm	H <sub>prom</sub> mm	ÁREA cm <sup>2</sup>	VOL. m <sup>3</sup>	DENS. kg/m <sup>3</sup>	4.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			RESISTENCIA PROMEDIO			
		FECHA DE MUESTRO	ESTRUCTURA									FECHA	EDAD	LECT(kg)		f'ce	PROMEDIO f'cr %	FAIJA
13	013	21-07-22	MUESTRA 3% PLÁSTICO RECICLADO	210	12,421.0	3 1/2	151.0	289.1	179.08	0.00518	2,399	18/08/2022	28	38,657 Kg	216	216	103%	6
14	014	21-07-22	MUESTRA 3% PLÁSTICO RECICLADO	210	11,632.0	3 1/2	151.7	300.1	180.74	0.00542	2,145	18/08/2022	28	38,987 Kg	216	216	103%	5
15	015	21-07-22	MUESTRA 3% PLÁSTICO RECICLADO	210	11,478.0	3 1/2	151.4	298.7	180.03	0.00538	2,134	18/08/2022	28	38,974 Kg	216	216	103%	5

**7.- OBSERVACIONES**

LOS ESPÉCIMENES DE CONCRETO FUERON ENTREGADOS EN LAS INSTALACIONES DE LABORATORIO



Jorge L. Navarro Rojas  
INGENIERO CIVIL  
CIP 25982

CORPORACIÓN ACS CONSULTORES S.A.C.  
ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Ing. Víctor Choquecota Sarrano  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
CIP 25982

Anexo N Muestra 6% Plástico Reciclado Patrón concreto =  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

1.- MUESTRA		2.- PERSONAL																
UBICACIÓN: PUNO		OPERADOR:																
MATERIAL: CONCRETO		ASISTENTE:																
<p><b>PROYECTO:</b> INFLUENCIA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN EL CONCRETO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, PUNO, 2022</p> <p><b>SOLICITANTE:</b> BEDREGAL NEYRA JORGE LUIS</p> <p><b>MENESSES:</b> BAILON SINDY LIZBETH</p> <p><b>MUESTRA:</b> MUESTRA 6 % PLÁSTICO RECICLADO CONCRETO = <math>f_c</math> 210 kg/cm<sup>2</sup></p>																		
<p><b>1.- MUESTRA:</b> MUESTRA 6 % PLÁSTICO RECICLADO CONCRETO = <math>f_c</math> 210 kg/cm<sup>2</sup></p>																		
<p><b>2.- PERSONAL:</b> OPERADOR: [Firma]</p> <p>ASISTENTE: [Firma]</p>																		
<p><b>3.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA</b></p>																		
N°	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA	$f_c$ kg/cm <sup>2</sup>	PESO (g)	SLUMP (pulg)	$\phi_{prom}$ mm	$H_{prom}$ mm	ÁREA cm <sup>2</sup>	VOL. m <sup>3</sup>	DENS. kg/m <sup>3</sup>	4.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN						
												FECHA	EDAD	LECT(Kg)	$f_{cr}$	PROMEDIO	FALLA	RESISTENCIA PROMEDIO
1	001	21-07-22	IDENT.: MUESTRA 6% PLÁSTICO RECICLADO	210	11,245.0	3 1/2	150.3	300.0	177.42	0.00532	2,113	28/07/2022	7	25,471 Kg	144	144	68%	68.51
2	002	21-07-22	IDENT.: MUESTRA 6% PLÁSTICO RECICLADO	210	11,256.0	3 1/2	151.4	301.7	180.03	0.00543	2,072	28/07/2022	7	25,467 Kg	141	141	67%	
3	003	21-07-22	IDENT.: MUESTRA 6 % PLÁSTICO RECICLADO	210	11,745.0	4	151.4	300.8	180.03	0.00542	2,169	28/07/2022	7	25,987 Kg	144	144	69%	
4	004	21-07-22	IDENT.: MUESTRA 6 % PLÁSTICO RECICLADO	210	11,987.0	3 1/2	150.7	297.9	178.37	0.00531	2,256	28/07/2022	7	25,468 Kg	143	143	68%	
5	005	21-07-22	IDENT.: MUESTRA 6 % PLÁSTICO RECICLADO	210	11,845.0	3 1/2	150.3	298.7	177.42	0.00530	2,235	28/07/2022	7	26,123 Kg	147	147	70%	
6	006	21-07-22	IDENT.: MUESTRA 6 % PLÁSTICO RECICLADO	210	11,265.0	3 1/2	150.7	299.7	178.37	0.00535	2,107	4/08/2022	14	32,894 Kg	184	184	88%	87.09
7	007	21-07-22	IDENT.: MUESTRA 6 % PLÁSTICO RECICLADO	210	11,456.0	3	151.2	300.0	179.55	0.00539	2,127	4/08/2022	14	32,458 Kg	181	181	86%	
8	008	21-07-22	IDENT.: MUESTRA 6 % PLÁSTICO RECICLADO	210	11,265.0	4	151.9	300.1	181.22	0.00544	2,071	4/08/2022	14	32,874 Kg	181	181	86%	
9	009	21-07-22	IDENT.: MUESTRA 6 % PLÁSTICO RECICLADO	210	12,341.0	3 1/2	150.8	299.4	178.60	0.00535	2,308	4/08/2022	14	32,689 Kg	183	183	87%	
10	010	21-07-22	IDENT.: MUESTRA 6 % PLÁSTICO RECICLADO	210	12,145.0	4	150.3	298.7	177.42	0.00530	2,292	4/08/2022	14	32,789 Kg	185	185	88%	
11	011	21-07-22	IDENT.: MUESTRA 6 % PLÁSTICO RECICLADO	210	11,564.0	3	151.7	300.0	180.74	0.00542	2,133	18/08/2022	28	40,123 Kg	222	222	106%	105.81
12	012	21-07-22	IDENT.: MUESTRA 6 % PLÁSTICO RECICLADO	210	11,789.0	3 1/2	151.7	301.4	180.74	0.00545	2,164	18/08/2022	28	40,154 Kg	222	222	106%	





**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TÉSTIGOS CILÍNDRICOS MTC E-704**  
ENS.RCTC.0001.009

PROYECTO: INFLUENCIA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN EL CONCRETO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PUNO-2022

REGISTRO: 18/08/2022

SOLICITANTE: BEDREGAL NEYRA JORGE LUIS

MENESES BAILON SINDY LIZBETH

FECHA: 18/08/2022

MUESTRA: MUESTRA 6 % PLÁSTICO RECICLADO CONCRETO = f<sub>c</sub> 210 kg/cm<sup>2</sup>

**1.- MUESTRA**

UBICACIÓN: PUNO

OPERADOR: **2.- PERSONAL**

MATERIAL: CONCRETO

ASISTENTE:

SONDAE: -

PROFUND.: -

3.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA										
N°	CÓDIGO DE PROBETA	MUESTRO PROBETA		f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>	SLUMP (pulg)	Ø <sub>prom</sub> mm	H <sub>prom</sub> mm	ÁREA cm <sup>2</sup>	VOL. m <sup>3</sup>	DENS. kg/m <sup>3</sup>
		FECHA DE MUESTRO	ESTRUCTURA							
13	013	21-07-22	IDENT.: MUESTRA 6 % PLÁSTICO RECICLADO	210	3	151.3	300.0	179.79	0.00539	2.124
14	014	21-07-22	IDENT.: MUESTRA 6 % PLÁSTICO RECICLADO	210	3	151.0	298.7	179.08	0.00535	2.101
15	015	21-07-22	IDENT.: MUESTRA 6 % PLÁSTICO RECICLADO	210	3 1/2	151.4	300.0	180.03	0.00540	2.199

4.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN									
N°	FECHA	EDAD	ENSAYO ROTURA		PROMEDIO		RESISTENCIA PROMEDIO		
			LECT(kg)	f <sub>ce</sub>	f <sub>cr</sub>	%			
	18/08/2022	28	40.125 kg	223	223	106%	6		
	18/08/2022	28	39.784 kg	222	222	106%	6		
	18/08/2022	28	39.875 kg	221	221	105%	6		

**7.- OBSERVACIONES**

LOS ESPÉCIMENES DE CONCRETO FUERON ENTREGADOS EN LAS INSTALACIONES DE LABORATORIO

**Jorge L. Tuboy Obes**  
 INGENIERO CIVIL



**Ing. Victor A. Cavigliacco Serrano**  
 Jefe de Laboratorio de Suelos, Cementos y Adobo  
 CIP: 239321

**CORPORACION ACS CONSULTORES S.A.C.**  
 ACTIVIDADES EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS

Anexo O Muestra 9% Plástico Reciclado Patrón concreto =  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

1.- MUESTRA		3.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA		4.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN																
N°	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTRO	MUESTRO PROBETA	ESTRUCTURA	$f_c$ kg/cm <sup>2</sup>	PESO (g)	SLUMP (mm)	$\phi_{prom}$ mm	$H_{prom}$ mm	ÁREA cm <sup>2</sup>	VOL. m <sup>3</sup>	DENS. kg/m <sup>3</sup>	ENSAYO ROTURA		PROMEDIO	FALTA	RESISTENCIA PROMEDIO			
													EDAD	LECT(kg)				$f_{ce}$	$f_{cr}$	%
1	001	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA 9% PLÁSTICO RECIKLADO	210	11,234.0	3	149.8	300.0	176.24	0.00539	2,104	28/07/2022	7	26,487 Kg	150	150	72%	5	72.52
2	002	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA 9% PLÁSTICO RECIKLADO	210	11,845.0	3 1/2	150.4	301.0	177.66	0.00535	2,215	28/07/2022	7	26,897 Kg	151	151	72%	5	
3	003	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA 9% PLÁSTICO RECIKLADO	210	11,964.0	3 1/2	149.7	300.0	176.01	0.00528	2,266	28/07/2022	7	26,897 Kg	153	153	73%	6	
4	004	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA 9% PLÁSTICO RECIKLADO	210	11,875.0	3 1/2	149.3	298.1	175.07	0.00522	2,275	28/07/2022	7	26,789 Kg	153	153	73%	5	
5	005	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA 9% PLÁSTICO RECIKLADO	210	11,912.0	3 1/2	149.8	298.4	176.24	0.00526	2,265	28/07/2022	7	27,124 Kg	154	154	73%	5	
6	006	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA 9% PLÁSTICO RECIKLADO	210	12,451.0	4	150.7	300.0	178.37	0.00535	2,327	4/09/2022	14	33,897 Kg	190	190	90%	6	89.56
7	007	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA 9% PLÁSTICO RECIKLADO	210	11,457.0	3 1/2	151.0	301.4	179.08	0.00540	2,123	4/09/2022	14	33,145 Kg	185	185	88%	6	
8	008	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA 9% PLÁSTICO RECIKLADO	210	12,312.0	3 1/2	151.0	298.7	179.08	0.00535	2,302	4/09/2022	14	33,456 Kg	187	187	89%	5	
9	009	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA 9% PLÁSTICO RECIKLADO	210	11,987.0	3 1/2	150.3	301.4	177.42	0.00535	2,242	4/09/2022	14	33,987 Kg	192	192	91%	5	
10	010	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA 9% PLÁSTICO RECIKLADO	210	11,456.0	3	151.0	300.5	179.08	0.00538	2,129	4/09/2022	14	33,468 Kg	187	187	89%	7	
11	011	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA 9% PLÁSTICO RECIKLADO	210	11,452.0	3 1/2	151.0	300.5	179.08	0.00538	2,128	18/09/2022	28	40,567 Kg	227	227	108%	6	108.00
12	012	21-07-22	IDENT.:	MUESTRA 9% PLÁSTICO RECIKLADO	210	11,245.0	3	151.0	300.5	179.08	0.00538	2,090	18/09/2022	28	40,564 Kg	227	227	108%	5	

ENSAYO  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS MTC E-704  
ENS.RCTC.0001.009

PROYECTO: INFLUENCIA DEL POLÍMERO RECIKLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN EL CONCRETO DEL PAVIMENTO RIGIDO PUNO -2022.  
SOLICITANTE: BEDREGAL NEYRA JORGE LUIS  
MENeses BALON SINDY LIZBETH  
MUESTRA: MUESTRA 9% PLÁSTICO RECIKLADO CONCRETO =  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

UBICACIÓN: PUNO  
MATERIAL: CONCRETO

2.- PERSONAL  
OPERADOR:  
ASISTENTE:

SONDAJE:  
PROFUND.:

CORPORACION AS CONSULTORES S.A.  
ACTIVIDADES EN CONSTRUCCION, SERVICIOS DE INGENIERIA Y ACTIVIDADES DE PRODUCCION DE BLENDO  
Ingeniero R. Choquecota Serrón  
Jefe del Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
CIP: 259821





**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS MTC E-704**  
ENS.RCTC.0001.009

PROYECTO: INFLUENCIA DEL POLIMERO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN EL CONCRETO DEL PAVIMENTO RIGIDO,PUNO -2022. REGISTRO:

SOLICITANTE: BEDREGAL NEYRA JORGE LUIS  
MENESES BAILON SINDY LIZBETH  
MUESTRA: MUESTRA 9 % PLASTICO RECICLADO CONCRETO = f'c 210 kg/cm2

FECHA: 18/08/2022

**2.- PERSONAL**  
OPERADOR:  
ASISTENTE:

UBICACIÓN: PUNO  
MATERIAL: CONCRETO

SONDAJE:  
PROFUND:

**3.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA**

N°	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	MUESTRO PROBETA		f'c kg/cm <sup>2</sup>	PESO (g)	SLUMP (pulg)	Ø <sub>prom</sub> mm	H <sub>prom</sub> mm	ÁREA cm <sup>2</sup>	VOL. m <sup>3</sup>	DENS. kg/m <sup>3</sup>	ENSAYO ROTURA			PROMEDIO		RESISTENCIA PROMEDIO	
			ESTRUCTURA	IDENT.:									FECHA	EDAD	LECT(kg)	f'cc	f'cr		%
13	013	21-07-22	MUESTRA 9 % PLASTICO RECICLADO	IDENT.:	210	12,120.0	4	151.0	300.5	179.08	0.00538	2,252	18/08/2022	28	40,356 Kg	225	225	107%	6
14	014	21-07-22	MUESTRA 9 % PLASTICO RECICLADO	IDENT.:	210	12,341.0	3 1/2	151.0	300.5	179.08	0.00538	2,293	18/08/2022	28	40,567 Kg	227	227	108%	5
15	015	21-07-22	MUESTRA 9 % PLASTICO RECICLADO	IDENT.:	210	12,321.0	3	151.0	300.5	179.08	0.00538	2,290	18/08/2022	28	41,023 Kg	229	229	109%	6

**7.- OBSERVACIONES**

LOS ESPECIMENES DE CONCRETO FUERON ELABORADAS POR LOS SOLICITANTES EN EL LABORATORIO




**Jorge L. C. TORO**  
INGENIERO CIVIL

**CORPORACION ACS CONSULTORES S.A.C.**  
ACTIVIDADES EN CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS  
Ing. Víctor Choquecota Serrano  
Jefe de Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
CIP: 25921

## Anexo P Ficha Técnica Frontera IP - 2021

**FICHA TÉCNICA FRONTERA IP - 2021**



**CEMENTO PORTLAND TIPO IP**

El Cemento Portland Puzolánico FRONTERA IP, ULTRA FUERTE, es un cemento elaborado con Clinker de alta calidad, yeso y adiciones. Su fabricación es realizada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, lo que garantiza un alto estándar de calidad. Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP 334.090 y Norma Americana ASTM C595

Este cemento es Ecoamigable, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión de CO<sub>2</sub>, colaborando de esta manera con el medio ambiente, en la disminución de los gases con efecto invernadero. Los componentes especiales del cemento FRONTERA IP, ULTRAFUERTE, otorgan a los concretos y morteros propiedades especiales que lo hacen resistente a los ataques químicos (aguas saladas, sulfatadas, ácidas, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.) y a las acciones del intemperismo. Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general.

**1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

REQUISITOS QUÍMICOS	CEMENTO FRONTERA TIPO IP		Requisitos Norma NTP 334.090 ASTM C-595	
MgO [%]	1.5 a 3.0		6.00 Máx.	
SO <sub>3</sub> [%]	1.5 a 3.0		4.00 Máx.	
Pérdida por ignición [%]	1.5 a 4.0		5.00 Máx.	

REQUISITOS FÍSICOS	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO FRONTERA IP		Norma NTP 334.090 ASTM C-595	
Peso específico [gr/cm <sup>3</sup> ]	2.75 a 2.85		-	
Expansión en autoclave [%]	-0.07 a 0.03		-0.20 a 0.80	
Fraguado Vicat Inicial [minutos]	170 a 270		45 a 420	
Contenido de aire	2.5 a 8.0		12 Máx.	

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Kgf/cm <sup>2</sup>   MPa		Kgf/cm <sup>2</sup>   MPa	
3 días	175 a 200   17.1 a 19.6		133 Min.   13 Min.	
7 días	225 a 255   22 a 25		204 Min.   20 Min.	
28 días	306 a 340   30 a 33.3		255 Min.   25 Min.	

RESISTENCIA A LOS SULFATOS	%	%
% Expansión a los 6 meses	< 0.04	0.05 Máx.
% Expansión a 1 año	< 0.05	0.10 Máx.

**2 RECOMENDACIONES DE USO**

- ▶ Curado adecuado con abundante agua
- ▶ Mantener humectada la superficie para lograr la mayor resistencia y evitar fisuramiento por excesivo secado
- ▶ Tomar precauciones para el adecuado curado en vacados cuando se presentan bajas temperaturas
- ▶ Asesorarse siempre con un profesional de la construcción/ingeniero civil

**3 PROPIEDADES**

- Alta resistencia a la compresión
- Resistencia al ataque de sulfatos y cloruros
- Mayor impermeabilidad
- Reduce la reacción nociva álcali - agregado.

**4 BENEFICIOS AMBIENTALES**

Menor consumo energético.  
Cemento fabricado con menor emisión de CO<sub>2</sub>.

**5 RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD**

- ▶ El contacto con este producto provoca irritación cutánea e irritación ocular grave, evite el contacto directo en piel y mucosas.
- ▶ En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua limpia.
- ▶ En caso de contacto con la piel, lavar con agua y jabón.
- ▶ Para su manipulación es obligatorio el uso de los siguientes elementos de protección:



Botas Impermeables



Protección Respiratoria



Guantes Impermeables



Protección Ocular



**6 ALMACENAMIENTO**

- Para mantener el cemento en óptimas condiciones se recomienda:
- Almacenar bajo techo, separado del suelo y de las paredes.
  - Protegerlos contra la humedad o corrientes de aire húmedo.
  - En caso de almacenamiento prolongado, cubrir el cemento con polietileno.

**7 PRESENTACIONES DISPONIBLES**

**BOLSA 42.5 KG**

Ideal para proyectos medianos y pequeños, o con accesos complicados y pocas áreas de almacenamiento.

**BIG BAG 1.0 TM**

Para proyectos de constructoras que tienen planta de concreto. Facilita la manipulación de grandes volúmenes.

**BIG BAG 1.5 TM**

Para proyectos mineros y de gran construcción, requiere la utilización de equipos de carga.

**8 NORMAS TÉCNICAS**

EL CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO FRONTERA IP - ULTRA FUERTE, cumple con las especificaciones técnicas de los siguientes países:

PAIS	NORMA		DENOMINACIÓN	
Perú	Norma Técnica Peruana	NTP 334.090	Cemento Portland Puzolánico	TIPO IP
Chile	Norma Chilena Oficial	NCh 148 Of68	Cemento Puzolánico	GRADO CORRIENTE

**9 DURACIÓN**

Almacenar y consumir de acuerdo a la fecha de producción utilizando el más antiguo. Se recomienda que el cemento sea utilizado antes de 60 días de la fecha de envasado indicada en la bolsa, luego de esa fecha, verifique la calidad del mismo.

## Anexo Q Ficha Técnica Frontera IP - 2021



PERU EN TI ALIMENTOS Y SERVICIOS SAC  
Calle Don Pompeyo 164 Apto 101 Urb. Santa Rosa de Surco –  
Santiago de Surco  
Lima – Cel +51 948012359  
Importador Distribuidor Autorizado

### Ficha Técnica PET

Químicamente el PET es un **polímero** que se obtiene mediante una reacción de policondensación entre el ácido tereftálico y el etilenglicol. Perteneció al grupo de materiales de condensación denominados **poliésteres**. El **tereftalato de polietileno, politereftalato de etileno, polietilenotereftalato o polietileno tereftalato** (más conocido por sus siglas en inglés **PET**, *polyethylene terephthalate*) es un tipo de plástico muy usado en envases de bebidas y textiles.

#### Propiedades de la hoja

- Excelente transparencia y brillo.
- **Excelente resistencia química.**
- Adecuado para aplicaciones en contacto con alimentos.
- **Cumple con las regulaciones FDA y BGA.**
- Alta resistencia a impactos y roturas.
- Termoformable. No requiere secado previo.
- Excelente resistencia al fuego. Baja generación de humo no tóxico.
- Reciclabile. Favorable al medio ambiente. Se quema sin liberar dioxinas en la atmósfera o sustancias tóxicas que puedan contaminar los vertederos.
- Reduce la transmisión de sonido .

#### Estabilidad térmica

- Los artículos fabricados con este producto no deben ser expuestos a la continua utilización en más de 65°C, de acuerdo a la aplicación.

#### Climatización

- La radiación ultravioleta componente en la radiación solar hace que la mayoría de los plásticos tienda a degradarse. Esta degradación depende de las condiciones de exposición, es decir la duración real de la exposición, el ángulo de la hoja con respecto a la incidencia de la radiación solar y la temperatura, humedad e intensidad de la radiación (coordenadas geográficas). La degradación se manifiesta por un amarillamiento progresivo, una disminución de la transmisión de luz y una pérdida de propiedades mecánicas.
- La lámina de PET no está protegida contra los efectos de la intemperie, aunque el material en sí posee una cierta resistencia a condiciones de la intemperie y puede por lo tanto ser utilizado para aplicaciones al aire libre en el que la hoja esta no permanentemente expuesto a la radiación.
- Para aplicaciones externas donde la lámina está sujeta a luz ultravioleta, se recomienda un producto estabilizado , PET-UV . PET-UV está protegido en ambos lados de la hoja y tiene una garantía limitada por 10 años.
- En externas aplicaciones, ambas películas de protección deben ser removidos de inmediato , ya que, si que están expuestos a la luz solar ellas pueden quedarse permanentemente unidos a la hoja.



PERU EN TI ALIMENTOS Y SERVICIOS SAC  
Calle Don Pompeyo 164 Apto 101 Urb. Santa Rosa de Surco –  
Santiago de Surco  
Lima – Cel +51 948012359  
Importador Distribuidor Autorizado

---

#### **Resistencia química**

- PET es generalmente resistente a la mayoría de ácidos, alcoholes y sales, así como a plastificantes.
- PET también es resistente a hidrocarburos como el xileno, el aceite mineral y la gasolina.
- La resistencia a los hidrocarburos alifáticos es limitada.
- De manera similar, PET también es resistente al ataque químico de la lluvia ácida, los gases de escape de diesel y el aire salino. Los compuestos aromáticos muestran una variedad de reacciones.

#### **Contacto con alimentos y uso médico**

- PET cumple con los requisitos de la FDA (Administración de Drogas y Alimentos, EE. UU.) Y las normas BGA (Bundesgesundheitsamt, Alemania) para el contacto con productos alimenticios.
- PET es inodoro y de sabor neutro.
- PET es adecuado para su uso con alimentos y aplicaciones médicas.
- PET puede ser esterilizado con rayos gamma u óxido de etileno.

#### **Aplicaciones:**

- Acristalamiento de seguridad
- Letreros
- Protección de maquinaria
- Artículos para uso alimentario y sanitario
- Máquinas expendedoras
- Pantallas de punto de compra
- Mobiliario urbano (a prueba de vandalismo)
- Piezas de construcción
- Ventanas de packaging y portarretratos.



PERU EN TI ALIMENTOS Y SERVICIOS SAC  
 Calle Don Pompeyo 164 Apto 101 Urb. Santa Rosa de Surco –  
 Santiago de Surco  
 Lima – Cel +51 948012359  
 Importador Distribuidor Autorizado

## CARACTERISTICAS DEL PET

	METODO	UNIDAD	VALORES FISICOS
Densidad	ISO 1183	g.cm <sup>-3</sup>	1.35
<b>MECANICAS</b>			
Fuerza de Tensión @ Rendimiento	ISO 527	Mpa	
Fuerza de Tensión @ Quiebre	ISO 527	Mpa	No quiebre
Elongación @ Quiebre	ISO 527	%	>200
Módulo de elasticidad a la tracción	ISO 527	Mpa	2420
Fuerza Flexible	ISO 178	Mpa	86
Resistencia al impacto con muescas Charpy	ISO 179	kJ.m <sup>-2</sup>	(*)
Charpy sin muescas	ISO 179	kJ.m <sup>-2</sup>	
Escala M/R de dureza Rockwell sin rotura			(*)/111
Ball Indentation	ISO 2039	Mpa	117
<b>OPTICAL</b>			
Transmisión de Luz		%	89*
Indice de refracción			1,576
<b>Termica</b>			
Temperatura máxima de servicio		°C	60
Vicat Softening Point - 10N	ISO 306	°C	79
Vicat Softening Point - 50N	ISO 306	°C	75
75 HDT A @ 1.8 Mpa	ISO 75-1,2	°C	69
75 HDT A @ 0.45 Mpa	ISO 75-1,2	°C	73
Coeficiente de Expansión Termo lineal		X10 <sup>-5</sup> . °C <sup>-1</sup>	<6
<b>RESISTENCIA QUIMICA</b>			
	BEHAVIOUR		
	GOOD	LIMITED	POOR
Mineral Oil (*)	X		
Vegetable Oil (*)	X		
Acetone (*)			X





**PERU EN TI ALIMENTOS Y SERVICIOS SAC**  
 Calle Don Pompeyo 164 Apto 101 Urb. Santa Rosa de Surco –  
 Santiago de Surco  
 Lima – Cel +51 948012359  
 Importador Distribuidor Autorizado

Acetic Acid (*)		X	
Water	X		
Tuperline (*)	X		
Ammonia			X
Detergents (*)	X		
Ethanol (*)	X		
Petrol (*)	X		
Glycerine (*)	X		
Methanol		X	
Toluene (*)			X
(*) Condición de testeo: Inmersión total durante 1 año a una temperatura de 23°C			
FIRE PERFORMANCE			
<b>COUNTRY</b>	<b>STANDARD</b>	<b>CASSIFICATION</b>	
UK	BS 476: Part 7	1Y	
GERMANY	DIN 4102-1	B1	
FRANCE	NFP 92-507	M2	
ITALY	UNI 9177	Class 1	

## Anexo R Panel fotográfico

### Fotografía 1

*Muestras del agregado fino y agregado grueso*



Fuente: Fotografía propia

### Fotografía 2

*Proceso de tamizado del agregado fino y agregado grueso*



Fuente: Fotografía propia

Tamizado por malla 2.0 (retenido agregado grueso) y malla  $\frac{1}{4}$  (lo que pasa agregado fino). En la fotografía 2 se aprecia el PET reciclado

### Fotografía 3

*Humedad natural del agregado fino y agregado grueso*



Fuente: Fotografía propia

### Fotografía 4

*Cuarteo del agregado*



Fuente: Fotografía propia

Separación en cuatro partes para luego juntar extremos con extremos

## Fotografía 5

*Peso específico*



Fuente: Fotografía propia

## Fotografía 6

*Preparativos para mezcla de concreto: Mezcladora de cemento, agregados, cemento y agua*



Fuente: Fotografía propia

## Fotografía 7

*Adición del PET reciclado*



Fuente: Fotografía propia

## Fotografía 8

*Toma de muestras del concreto fresco en briquetas metálicas*



Fuente: Fotografía propia

## Fotografía 9

*Proceso de curado en poza de agua*



Fuente: Fotografía propia

## Fotografía 10

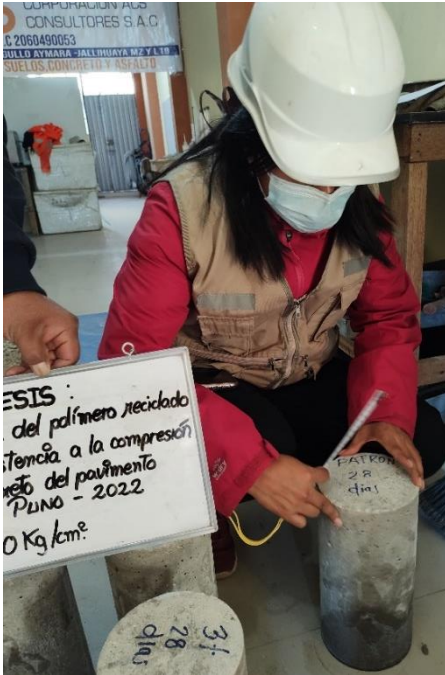
*Rotura de probetas utilizando prensa hidráulica*



Fuente: Fotografía propia

## Fotografía 11

*Rotura de probetas utilizando prensa hidráulica*



Fuente: Fotografía propia

## Fotografía 12

*Rotura de probetas – Tipo de Falla N° 5 (Fractura en los lados de las partes)*



Fuente: Fotografía propia

Las fallas de tipo número 5, en su mayoría se presentaron en las muestras de 3% y 9% PET Reciclado (Ver anexo M y O)

### **Fotografía 13**

*Rotura de probetas – Tipo de Falla N° 5 (Fractura en los lados de las partes)*



Fuente: Fotografía propia

Las fallas de tipo número 5, en su mayoría se presentaron en las muestras de 3% y 9% PET Reciclado (Ver anexo M y O)

### **Fotografía 14**

*Rotura de probetas – Tipo 6 (Extremos del cilindro puntiagudo)*



Fuente: Fotografía propia

Las fallas de tipo número 6, en su mayoría se presentaron en la muestra de 6% PET Reciclado (Ver anexo N)



## Fotografía 15

*MTC E (705, 2016) Asentamiento del concreto – Slump*



Fuente: Fotografía propia



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, DOLORES ANAYA DANTE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia del polietileno tereftalato reciclado en la resistencia a la compresión en el concreto del pavimento rígido,

Puno

-

2022

", cuyos autores son MENESES BAILON SINDY LIZBETH, BEDREGAL NEYRA JORGE LUIS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 15 de Octubre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
DOLORES ANAYA DANTE <b>DNI:</b> 31656954 <b>ORCID:</b> 0000-0003-4433-8997	Firmado electrónicamente por: DDOLORESAN el 27- 10-2022 07:54:12

Código documento Trilce: TRI - 0434826