



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Influencia del plástico PET reciclado en las propiedades físico - mecánicas  
del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  Huamanga, Ayacucho – 2021”**

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

**AUTORES:**

Bach. De la Cruz Salcedo, Jhan Carlos (<https://orcid.org/0000-0002-8834-1023>)

Bach. Quispe Quispe, Isabel (<https://orcid.org/0000-0003-1913-5477>)

**ASESOR:**

Mg. Ing. Minaya Rosario Carlos Danilo (<https://orcid.org/0000-0002-0655-523X>)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural.

Lima - Perú

2021

## **DEDICATORIA**

A mis padres quienes me dieron vida, educación, paciencia y esfuerzo que me ha permitido llegar a cumplir un sueño más, gracias por inculcar en mí buenos valores, el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer a las adversidades.

A mi hermano, por su apoyo, consejos y palabras de aliento.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a mis amigos y docentes, quienes con quienes compartí muchos momentos agradables, en toda esta etapa

**Jhan Carlos De la Cruz Salcedo**

En primer lugar, a Dios y a mis padres por ser mi inspiración, quienes me motivaron constantemente e incondicionalmente para poder ser profesional y por enseñarme el camino correcto de cómo llevar mi vida y alcanzar mis anhelos.

A mis hermanos, quienes fueron mi más grande influencia y ejemplo a seguir, quienes me apoyaron y motivaron día a día.

**Isabel Quispe Quispe.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, a mis padres quienes confiaron plenamente en mí.

Mi profundo agradecimiento a mis docentes quienes con su enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional.

Finalmente quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Ing. Carlos D. Minaya Rosario, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de esta tesis.

**Jhan Carlos De la Cruz Salcedo**

A Dios y a mis padres, quienes siempre han sido, son y serán mi mayor soporte en mi vida y quienes nunca me dejarán caer a pesar de los obstáculos.

Al Ing. Maxwil A. Morote Arias, Ing. Johnny Ccatamayo Barrios e Ing. Carlos D. Minaya Rosario, quienes me brindaron sus conocimientos y me enseñaron el camino a seguir para ser una buena profesional.

Y a las personas que llegaron a mi vida. A mis amigos, que de alguna u otra manera me enseñaron como es la vida y de cómo vivirla, a esos amigos que, a pesar de las dificultades, siempre estuvieron ahí para seguir adelante.

**Isabel Quispe Quispe.**

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	1
AGRADECIMIENTOS .....	2
ÍNDICE DE TABLAS .....	4
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS .....	6
RESUMEN .....	8
ABSTRAC .....	9
I. INTRODUCCIÓN .....	10
II. MARCO TEÓRICO.....	13
III. METODOLOGÍA.....	21
3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	21
3.2. Variable y operacionalización.....	22
3.3. Población, muestra y muestreo .....	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	24
3.5. Procedimientos .....	25
3.6. Método de análisis de datos.....	25
3.7. Aspectos éticos.....	25
IV. RESULTADOS .....	26
V. DISCUSIÓN: .....	62
VI. CONCLUSIONES.....	66
VII. RECOMENDACIONES .....	67
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA.....	68
ANEXOS.....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Matriz de operacionalización de a variables.....	20
<b>Tabla 2:</b> Muestra de la investigación. ....	24
<b>Tabla 3:</b> Requisitos granulométricos para el agregado grueso .....	28
<b>Tabla 4:</b> Análisis granulométrico obtenido por tamizado del A.G. ....	29
<b>Tabla 5:</b> Peso específico del agregado grueso. ....	30
<b>Tabla 6:</b> P.U.S.S. del agregado grueso .....	30
<b>Tabla 7:</b> P.U.C del agregado grueso .....	31
<b>Tabla 8:</b> Porcentaje de absorción del A.G. ....	31
<b>Tabla 9:</b> Contenido de humedad del A.G.....	32
<b>Tabla 10:</b> Contenido de fines del A.G. ....	32
<b>Tabla 11:</b> Límites granulométricos para el A.F.....	33
<b>Tabla 12:</b> Análisis granulométrico por tamizado del A.F. ....	34
<b>Tabla 13:</b> Módulo de finura del A.F.....	35
<b>Tabla 14:</b> Peso específico del A.F. ....	35
<b>Tabla 15:</b> P.U.S.S. del agregado fino. ....	36
<b>Tabla 16:</b> P.U.C.S del agregado fino. ....	36
<b>Tabla 17:</b> Porcentaje de absorción del AF.....	36
<b>Tabla 18:</b> Contenido de humedad del AF. ....	37
<b>Tabla 19:</b> Contenido de finos.....	37
<b>Tabla 20:</b> Granulometría del agregado global con una relación de A.G. /A.F. de 55/45.....	38
<b>Tabla 21:</b> Granulometría del agregado global.....	38
<b>Tabla 22:</b> Propiedades de los agregados grueso y fino .....	40
<b>Tabla 23:</b> Propiedades físicas y químicas del Cemento Portland tipo I – Andino. ....	40
<b>Tabla 24:</b> Límites permisibles máximos del agua. ....	41
<b>Tabla 25:</b> Resumen de las propiedades físicas de los agregados. ....	44
<b>Tabla 26:</b> Agua para diseño aprox. y contenido de aire requerido para diferentes slump y TMN de los agregados.....	45
<b>Tabla 27:</b> Ensayo de mezcla del concreto. ....	47
<b>Tabla 28:</b> Dosificación por tanda de prueba. ....	47
<b>Tabla 29:</b> Diseño de mezcla con 5% de plástico PET reciclado, a/c = 0.57. ....	48

<b>Tabla 30:</b> Diseño de mezcla con 10% de plástico PET reciclado, a/c = 0.57. ....	48
<b>Tabla 31:</b> Diseño de mezcla con 15% de plástico PET reciclado, a/c = 0.57. ....	49
<b>Tabla 32:</b> Resumen del diseño de concreto patrón más el plástico PET reciclado. .....	49
<b>Tabla 33:</b> Análisis estadístico de la resistencia a la compresión axial sin plástico PET reciclado.....	50
<b>Tabla 34:</b> Análisis estadístico de la resistencia a la compresión axial con 5% de plástico PET reciclado.....	51
<b>Tabla 35:</b> Análisis estadístico de la resistencia a compresión axial con 10% de plástico PET reciclado.....	52
<b>Tabla 36:</b> Análisis estadístico de la resistencia a la compresión axial con 15% de plástico PET reciclado. ....	53
<b>Tabla 37:</b> Análisis estadístico de la resistencia a la compresión axial – muestra de plástico PET reciclado.....	55
<b>Tabla 38:</b> Asentamiento del concreto fresco – muestra patrón .....	58
<b>Tabla 39:</b> Análisis estadístico del asentamiento del concreto fresco – muestra patrón con PET reciclado.....	58
<b>Tabla 40:</b> Valor del peso unitario – concreto patrón.....	60
<b>Tabla 41:</b> Análisis estadístico – muestra patrón con PET reciclado .....	60

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1: Mapa del Perú y de la Región Ayacucho.....	26
Figura 2: Localización de la ciudad de Huamanga. ....	27
Figura 3: Cantera de agregados La Moderna – Ayacucho .....	27
Figura 4: Planta Industrial MMOLPLAST.....	28
Figura 5: Curva granulométrica del A.G. ....	29
Figura 6: Ensayo del peso específico del A.G.....	30
Figura 7: Ensayo del P.U.S.S del agregado grueso. ....	31
Figura 8: Ensayo granulométrico del A.F. ....	33
Figura 9: Curva granulométrica del A.F.....	34
Figura 10: Ensayo de peso específico del agregado fino. ....	35
Figura 11: Ensayo del P.U.C.S del agregado fino. ....	36
Figura 12: Curva granulométrica del agregado global.....	39
Figura 13: Plástico PET triturado en la planta industrial MMOLPLAST .....	42
Figura 14: Proceso de obtención del plástico PET.....	42
Figura 15: Diagrama de flujo del procedimiento experimental.....	43
Figura 16: Curva de la resistencia a compresión del concreto patrón 0% PET. ....	51
Figura 17: Curva de la resistencia a compresión axial del concreto 5% PET .....	52
Figura 18: Curva de la resistencia a compresión del concreto 10% PET.....	53
Figura 19: Curva de la resistencia a compresión axial del concreto 15% PET. ....	54
Figura 20: Comparación de la resistencia a la compresión axial del concreto con relación $a/c = 0.57$ – muestra patrón y PET reciclado. ....	56
Figura 21: Comparación de la resistencia a la compresión axial de la muestra patrón y PET reciclado.....	57
Figura 22: Asentamiento del concreto fresco – muestra patrón y PET reciclado ..	59
Figura 23: Peso unitario de muestra patrón y PET.....	61
Figura 24: Comparación de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos con y sin adición de PET reciclado.....	63
Figura 25: Comparación de la resistencia a la compresión de testigos cilíndricos sin adición y con adición de Tereftalato de Polietileno (PET).....	63
Figura 26: Comparación del asentamiento del concreto fresco en los distintos porcentajes de PET reciclado. ....	64

Figura 27: Barras de asentamiento slump del concreto fresco con porcentajes plástico PET.....65

## RESUMEN

Esta investigación cuasi experimental, se realizó con la finalidad de determinar la influencia del concreto, con reemplazo del plástico PET reciclado, en proporciones de 5%, 10% y 15%, con la intención de determinar la variación de las propiedades físico-mecánicas del concreto, el ensayo de resistencia a la compresión axial, asentamiento y peso unitario. Se encontró que el concreto con reemplazo del 5% de PET reciclado, mostró un mejor resultado, pero con una disminución progresiva en un 8% en relación al concreto patrón, en la resistencia a la compresión axial; cada vez que se incrementó la proporción de PET reciclado, se obtuvo como resultado un concreto menos trabajable. De igual manera, el concreto disminuye en peso a mayor reemplazo de PET reciclado, por tal motivo se obtuvo un concreto ligero para la muestra con 15% de PET.

Al observar los resultados, se recomienda realizar estudios del concreto con reemplazo de PET en proporciones menores al 5 %, para obtener mejores resultados, y así reducir el impacto negativo en el medio ambiente.

**Palabras claves:** Concreto, plástico PET reciclado, asentamiento, peso unitario y resistencia a la compresión.

## **ABSTRACT**

This quasi-experimental research was carried out in order to determine the influence of concrete, with replacement of recycled PET plastic, in proportions of 5%, 10% and 15%, with the intention of determining the variation of the physical-mechanical properties of the concrete, the test of resistance to axial compression, settlement and unit weight. It was found that the concrete with replacement of 5% of recycled PET, showed a better result, but with a progressive decrease of 8% in relation to the standard concrete, in the resistance to axial compression; each time the proportion of recycled PET was increased, a less workable concrete resulted. In the same way, concrete decreases in weight with greater replacement of recycled PET, for this reason a lightweight concrete was obtained for the sample with 15% PET.

When observing the results, it is recommended to carry out studies of concrete with PET replacement in proportions less than 5%, to obtain better results, and thus reduce the negative impact on the environment.

**Keywords:** Concrete, recycled PET plastic, settlement, unit weight, and compressive strength.

## **I. INTRODUCCIÓN**

En estos últimos años, se enfatizó la realización de investigaciones, relacionadas a la reutilización de desechos sólidos, como las botellas de plástico en el concreto y para otros materiales de construcción. Las investigaciones en el sector construcción, a nivel mundial fueron cada vez más innovadoras, en los diversos países como: Ecuador, Uruguay, Colombia entre otros; con la intención de optimizar y garantizar construcciones más resistentes, ligeras y a un bajo costo económico, resultando beneficioso, no solo para las construcciones sino también para el medio ambiente que nos rodea. Cada una de las investigaciones, plantea la utilización de un material reutilizable tales como; acero reciclado, fibra de plástico, fibra de diferentes materiales (acero, Plástico, acero-PET-vidrio y cáñamo) buscó la proporción adecuada para agregar al concreto, sin que ello afecte negativamente en su capacidad de resistencia a compresión, condiciones de plasticidad y durabilidad.

En todo el Perú y el mundo, el concreto es un material que viene utilizándose en gran cantidad en las obras civiles, así mismo, la producción diaria dio lugar a la depredación de suelos por la extracción de materias primas. En estos últimos años, con el surgimiento de ideas y técnicas innovadoras para una mejora de las propiedades físico-mecánicas del concreto, incorporando materiales reutilizables. En diversas zonas del Perú como en Puno, Lima, Huaraz, se observó en los trabajos de investigación, la incorporación de diversos tipos de materiales, como fibra de vidrio, fibra de zanahoria, reemplazo del agregado grueso por Tecnopor en 10% y 15% con el único propósito de conseguir como resultado, una mejora en el comportamiento del concreto.

Viendo los antecedentes que se tienen, y la gran demanda de obras de construcción a nivel nacional e internacional, consecuentemente a ello, el deterioro ambiental en el Perú, surgieron ideas de proyectos innovadores, para la reutilización de diversos materiales reciclados, incorporándolo en distintos porcentajes a una mezcla de concreto tradicional, con la intención de buscar mejoras en las propiedades físico-mecánicas del concreto.

Este trabajo de investigación, desarrolló el análisis del comportamiento de las propiedades físico-mecánicas del concreto, que se logró reemplazando el plástico

PET reciclado, como reemplazo parcial de la arena, en porcentajes de: 5%, 10% y 15%, de esa manera se comparó los resultados alcanzados con un diseño patrón en su estado fresco y endurecido.

### **1.1. Formulación del problema**

Teniendo de referencia antecedentes que fueron mostrados en el Perú y el mundo, se sabe que el concreto es un material fundamental en obras de ingeniería, de esta manera, surgió la propuesta de realizar una investigación con la reutilización del plástico PET (tereftalato de polietileno) reciclado, adicionándolo a una mezcla de concreto clásico (concreto patrón), con la intención de determinar la variación de las propiedades físico-mecánicas del concreto, con el ensayo de resistencia a la compresión axial, asentamiento y peso unitario.

#### **1.1.1 Problema general:**

¿Cuánto influyó el plástico PET reciclado en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  Huamanga, Ayacucho – 2021?

#### **1.1.2 Problemas específicos:**

- ¿Cuánto influyó el plástico (PET) reciclado en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Huamanga, Ayacucho – 2021?
- ¿Cuánto influyó el plástico (PET) reciclado en el asentamiento del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Huamanga, Ayacucho - 2021?
- ¿Cuánto influyó el plástico (PET) reciclado en el peso unitario del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Huamanga, Ayacucho - 2021?

### **1.2. Justificación de la investigación**

La principal razón de investigación en la Ciudad de Huamanga, es el constante crecimiento de obras de ingeniería y la acumulación en gran cantidad del plástico PET en las calles de Ayacucho, como respuesta a este problema, se planteó identificar las variaciones de las propiedades físico-mecánicas del concreto, a través del reemplazo del plástico PET reciclado como sustituto parcial de la arena, de esta manera se dejará un aporte para las futuras investigaciones que buscan la proporción adecuada del reemplazo del plástico PET, a la vez contribuyendo a reducir la contaminación del medio ambiente, en beneficiando de la población de Ayacucho. Esta nueva propuesta que daremos a conocer buscará dar una solución

a la contaminación del medio ambiente, llenando un vacío de conocimientos al usar el plástico PET reciclado como reemplazo parcial de la arena durante la preparación del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

### **1.3. Hipótesis General:**

El plástico PET reciclado, influirá positivamente en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  Huamanga, Ayacucho – 2021.

#### **1.1.3 Hipótesis específicas:**

- El plástico (PET) reciclado aumentará la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Huamanga, Ayacucho – 2021.
- El plástico (PET) reciclado aumentará el asentamiento del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Huamanga, Ayacucho – 2021.
- El plástico (PET) reciclado disminuirá el peso unitario del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Huamanga, Ayacucho – 2021.

#### **1.1.4 Objetivo General:**

Determinar la influencia del plástico PET reciclado en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  Huamanga, Ayacucho – 2021.

#### **1.1.5 Objetivos específicos:**

- Determinar la influencia del plástico PET reciclado en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Huamanga, Ayacucho – 2021.
- Determinar la influencia del plástico (PET) reciclado en el asentamiento del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Huamanga, Ayacucho – 2021.
- Determinar la influencia del plástico (PET) reciclado el peso unitario del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Huamanga, Ayacucho – 2021.

## II. MARCO TEÓRICO.

### 2.1. Antecedentes

**García (2017)** en su tesis donde obtuvo el título profesional: ***“Reacción de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de Puno”*** [1], cuya finalidad fue: Verificar el esfuerzo a la compresión axial del concreto normal  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup> con la adición de fibras de vidrio y su costo. Es una investigación de tipo experimental no probabilístico, la población son las probetas, la muestra fueron los ensayos de control de calidad del concreto fresco y endurecida; Ensayo de slump y ensayo de esfuerzo a la compresión axial. Como resultados se obtuvo que las probetas que fueron agregadas con fibras de vidrio en 0.025%, 0.075% y 0.125% la resistencia a la compresión es  $f'c = 229.17$  kg/cm<sup>2</sup>,  $f'c = 219.75$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c = 217.60$  kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Se concluye que al agregar fibras de vidrio en proporción de 0.025%, la resistencia a la compresión es superior a la muestra patrón de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

**Llontop y Ruiz (2019)** en su tesis donde obtuvo el título profesional, titulada: ***“Mezcla con fibra de zanahoria para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón”*** [2], llevó como objetivo: Adicionar a la concreta fibra de zanahoria para optimizar las propiedades mecánicas. Estudio de tipo experimental no probabilístico, población: las probetas y vigas diseñadas, dando como muestra las pruebas de probetas, losas y vigas; el Ensayo a Compresión, Ensayo a Tracción, Ensayo a Flexión y Ensayo losas. Como resultados se incorporó fibra de zanahoria al concreto en porcentajes de 0.5%, 1% y 1.725%, obteniendo un esfuerzo a compresión de  $f'c=389.5$  kg/cm<sup>2</sup>,  $f'c=355.67$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=346.47$  kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Se concluyó que la resistencia a la compresión axial llegó a los  $f'c=389.50$  kg/cm<sup>2</sup>, con la adición de 0.5% de fibra de zanahoria teniendo un mejor comportamiento, frente al concreto patrón de  $f'c= 210$ kg/cm<sup>2</sup>.

**Vásquez (2018)** en su investigación donde obtuvo el título profesional, titulada: ***“Resistencia del concreto de  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> con reemplazo del agregado grueso por tecnopor en 10% y 15%- Huaraz”*** [3], tuvo como objetivo comprobar la resistencia a la compresión axial del concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con el reemplazo del agregado grueso en: 10% y 15% por tecnopor. Estudio de tipo experimental no probabilístico, población moldes de hormigón  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, su muestra estuvo

conformada por 27 moldes de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , los resultados nos indica que al ser sustituido el agregado grueso por Perlitas de tecnopor en cantidades de 10% y 15% la resistencia a compresión resultó  $f'c = 212.87 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 208.34 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente. Se concluyó que agregando 10% de tecnopor todavía conserva la resistencia a la compresión diseñada de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

**Cando (2016)** su tesis donde obtuvo el título profesional: ***“Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto elaborado con fibras de acero reciclado”*** [4], cuyo objetivo fue: Evaluar las propiedades físicas-mecánicas del hormigón, preparado con fibras de acero reciclado. Estudio de tipo experimental no probabilístico, su población fue el grupo de moldes de concreto, las muestras fueron todas las probetas que fueron sometidas a la rotura. Como resultados se visualizó que el concreto con fibras comerciales y recicladas resultando la prueba a la compresión simple  $f'c = 270.40 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 347.93 \text{ kg/cm}^2$ . Se concluyó que la resistencia a la compresión con fibras metálicas recicladas incrementando en un 30.70% más con respecto al concreto simple y un 22.28% en comparación al concreto con fibras metálicas comerciales.

**Cañette, Eguren y García (2017)** tesis donde obtuvo el título profesional lleva como título: ***“Diseño y control del Hormigón Reforzado con Fibras en Uruguay”*** [5], llevó como objetivo: El objetivo fue la elaboración y caracterización en el medio local de hormigones reforzados con fibras para fines estructurales, centrándose particularmente en fibras de plástico. Visualizamos que fue un estudio de tipo experimental no probabilístico, se tomó como población a los diferentes ensayos que se elaboran durante la investigación de mecánica de suelos, dando como muestra la resistencia a compresión. Como resultados, al hormigón se agregó fibras de plástico en un 0.25% y 0.75%, obteniendo resultados al someter al ensayo a compresión 29.22 MPa y 30.50 MPa, en ambos casos supera al concreto patrón 25 MPa. Se concluye para que el hormigón con fibras pueda ser utilizado con fines estructurales, se le exige que presente un mínimo de resistencia residual el cual no se cumple.<sup>10</sup>

**Amaya y Ramírez (2019)** tesis donde obtuvo el título profesional, titulada: ***“Evaluación del comportamiento mecánico del hormigón reforzado con fibras”*** [6], lleva como objetivo: El objetivo primordial que persiguió el presente

estudio fue evaluar sus propiedades mecánicas del hormigón reforzado con fibras de diversos materiales, que estableció qué material genera un óptimo comportamiento al ser ensayado a compresión. Visualizamos que fue un estudio de tipo experimental, población probetas elaboradas. Como resultado, los cilindros de concreto reforzado con macrofibra de acero, PET, vidrio y cáñamo, dieron como resultado a compresión axial 3582.95 psi, 3608.57 psi, 3249.93 psi, 3616.54 y 3381.21 respectivamente. Se concluyó que, los resultados que las fibras generaron mejor resistencia a compresión fueron las fibras de acero y vidrio; igualmente observamos que las fibras de PET y las fibras de cáñamo disminuyen resistencia a la compresión del hormigón, de la misma forma se pudo notar que todos los cilindros de concreto agregado con las diferentes fibras, cumplieron con la resistencia diseñada de 3500 psi.<sup>7</sup>

**Darwish, Fujiyama y Vinicius (2015)** in his research titled ***“On the strengthening of cement Mortar by Natural Fibers”*** [8], the aim was to evaluate the mechanical behavior of cement mortar reinforced with sisal fiber. The research had a design experimental, work with a population of the entire mixture prepared and a sample of specimens of prismatic is cylindrical in shape and to determine the compressive strength, resistance to fracture and resistance to flexion and concluded as follows: So, it is true to say that the sisal fiber if it meets the requirements afro be used in construction.<sup>9</sup>

De acuerdo con los autores, la incorporación de fibra de Sisal al concreto provoca que su resistencia compresión disminuya. Sin embargo, también determinó que la fibra de sisal retarda la fractura del concreto ya que la fibra le da resistencia que le permite al concreto tener menor deformación ante un esfuerzo. La proporción y las dimensiones de la fibra se debe tener en cuenta siempre, ya que estos son factores que más influyen en el desempeño del hormigón. El mortero reforzado con fibra de sisal, resulta siendo muy económico y resistente.

**Amrinder (2013)**, tesis donde obtuvo el título profesional, titulada ***“Effect of fly ash and rice husk ash on strength characteristics of pavement quality concrete”***, [10], el objetivo fue comparar las mezclas del concreto una con FA y otra con RHA, trabajando con diferentes porcentajes como 10%, 20% y 30%. Es un estudio de tipo experimental no probabilístico. Concluyendo que, se logra economizar gastos si se

realiza un reemplazo parcial al cemento. Sin embargo, reemplazando el cemento con FA se logra mayor resistencia y con el CCA la resistencia es menor.<sup>11</sup>

**Cirelli (2014)**, tesis donde obtuvo el título profesional, titulada **“Caracterizacáo de agregados de residuos de construaáo e demolicáo reciclados e a influencia de suas características no comportamento de concretos”** [12], el cual tuvo como finalidad: Identificar las tipologías de los áridos reciclados que tienen una influencia relevante en el comportamiento mecánico de los hormigones. Fue un estudio de tipo experimental no probabilístico, la población y la muestra fue tomada de 3 muestras representativas de agregados. Cuyos resultados obtenidos fueron: Que las porosidades de los áridos reciclados controlan el comportamiento mecánico de los hormigones, el estudio realizado apunta a una densidad de corte alrededor de 2,2 a 2,3 g/cm<sup>3</sup> con comportamiento mecánico similar al de los agregados naturales analizados. Se concluye que, el contenido de rocas y cerámicas es superior al 50% de la masa, y el comportamiento de los principales óxidos de la composición química es similar.

**Jalin y Crowdry (2017)** en su artículo científico, titulado **“Strength studies in unconventional concrete when partially replaced with added ceramic tiles”** [13], teniendo como objetivo; determinar la durabilidad del concreto no convencional cuando el agregado grueso se reemplaza parcialmente con agregado de baldosas de cerámica con 10%, 20% y 30%. La Metodología del diseño de mezcla IS 10262 es grado M30. En el resultado, se obtiene de las características físicas del agregado grueso, agregado cerámico respectivamente la gravedad específica de 2.7 y 2.22, absorción de agua 1%, 14.4%. relación de w/c es 0.4 y para cada metro cúbico de concreto se reemplaza agregado de cerámica 118kg (10%), 236kg (20%), 353kg (30%), se obtiene el esfuerzo de compresión y tracción respectivamente, el concreto patrón es inferior ligeramente a los diferentes diseños de concreto 382kg/cm<sup>2</sup>, 392kg/cm<sup>2</sup>, 387kg/cm<sup>2</sup>, 408kg/cm<sup>2</sup> y 127kg/cm<sup>2</sup>, 151kg/cm<sup>2</sup>, 124kg/cm<sup>2</sup>, 149kg/cm<sup>2</sup>. Se concluye que el aumento máximo en el esfuerzo a la compresión se ve al incorporar el 30% de reemplazo de agregado grueso cerámico, la tensión de compresión aumentó al máximo 6.3% y la tensión a la tracción 16.8% en comparación con el hormigón convencional sin reemplazo.

**Armas (2016)** en su artículo científico, titulado ***“Efectos de la incorporación de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico”*** [14]. Cuya finalidad fue: Evaluar los cambios con la incorporación de fibra polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas, con la incorporación al concreto de fibra en proporciones de 0, 200, 300 y 400 gr/m<sup>3</sup> de resistencias a la compresión de  $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$  y  $280\text{ kg/cm}^2$ . Es un estudio de tipo cuasi experimental no probabilístico. La población de estudio está conformada por concretos a resistencia a compresión, concreto patrón y concreto adicionado. Se concluye que, “la proporción de fibras de polipropileno a utilizar es de 400 gr/m<sup>3</sup> de manera tal que ayuda a inhibir la figuración, pruebas hechas en laboratorio, reduce un 65% la figuración y en condiciones reales aproximadamente un 90%. Esta proporción también redujo el asentamiento a un 50%, al incluir este material no modifica la temperatura y el peso unitario del concreto fresco. Las propiedades mecánicas del concreto, se notó un incremento al adicionar la fibra de polipropileno, un aproximado de 3% a 14%. Al agregar los 400 gr/m<sup>3</sup> aumenta la resistencia a la compresión a los 28 días de  $f'c = 187.23\text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c = 216.32\text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 307.93\text{ kg/cm}^2$  para las muestras comprendidas de  $f'c = 175\text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 280\text{ kg/cm}^2$ .

**Thorneycroft, Orr, Savoikar y Ball (2017)**, en su artículo científico, titulada ***“Performance of structural concrete with recycled plastic waste as a partial replacement for sand”***[15] cuyo objetivo fue realizar una comparación del concreto adicionando diferentes porcentajes de residuos de plástico reciclado como sustituto de la arena. La metodología experimental para el diseño de mezcla fue una mezcla de hormigón de referencia R1. Los resultados reflejan que con el reemplazo de la arena en 10% de volumen con plástico reciclado es una propuesta viable. Es un estudio de tipo experimental no probabilístico. Se concluyó que: la sustitución de plástico en una mezcla de hormigón provoca una baja resistencia a la compresión y a la tracción. El uso de un plástico PET a una sustitución de 10% en volumen, dio el rendimiento global más prometedor.

## **2.2. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA**

### **Concreto**

Mezcla pastosa artificial que actúa como un medio ligante en el cual se encuentran partículas impregnadas, denominado agregados.<sup>16</sup>

Sus propiedades están comprendidas principalmente por las características físicas y químicas de los materiales que lo componen.

### **Componentes**

#### **El cemento**

La NTP 334.009:2013, nos indica que el cemento portland es un cemento hidráulico elaborado mediante la pulverización del Clinker, en su composición principalmente se encuentran silicatos de calcio hidráulico que comúnmente contiene sulfato de calcio y caliza. El Clinker deriva del calcinamiento de piedras calizas, areniscas y arcillas graduadas apropiadamente.<sup>17</sup>

#### **Agregados.**

En concretos estructurales, los agregados ocupan una proporción aproximada de 70% y 75% del volumen del concreto endurecido. Lo restante está constituido por una masa pastosa de cemento endurecido, agua que no fue empleada en el proceso de hidratación del cemento y los vacíos de aire.<sup>18</sup>

Se clasifican en agregados finos y gruesos, resultando ser elementos inactivos del concreto, porque que no interceden en las reacciones químicas de agua y cemento.<sup>25</sup>

#### **El agua**

Es indispensable en la preparación del concreto y el proceso de curado, se recomienda ser agua potable, en cumplimiento a las exigencias de la Norma ITI NTEC 334.088.<sup>20</sup>

#### **Plásticos**

Es un material con origen sintético o semi-sintético; son productos fabricados a base de polímeros orgánicos, elaborados por la transformación de sustancias química sintetizadas o naturales de origen orgánico o inorgánico.<sup>21</sup>

## **El PET (tereftalato de polietileno)**

La estructura molecular del PET se logra mediante la solidificación del etilenglicol y el ácido tereftalático, que hace de este un material fuerte, ligero y transparente.

El material seleccionado de plástico reciclable que se utilizará para el estudio, está constituido por PET (tereftalato de polietileno), debido a que dicho material se caracteriza por su resistencia y gran ligereza, por tales motivos parece ser posible una buena integración como agregado en la mezcla del concreto.

El material procesado de plástico de botellas PET triturado se obtuvo de formas irregulares (escamas, alargadas, etc) de la empresa MMOLPLAST E.I.R.L. quienes brindan el servicio de molido y lavado de plásticos. Quién desde el año 2009 viene trabajando en el rubro del reciclaje de plásticos triturados con el método del reciclaje mecánico. Para esta investigación se trabajó con las dimensiones del PET reciclado de 0.5mm de espesor y de 1mm a 5 mm de diámetro como máximo.

## **Propiedad mecánica**

### **Resistencia a la compresión axial (NTP 339.034:2013. (ASTM C39)**

En el ensayo de rotura de probetas, se requiere diseños de concreto a utilizarse en la elaboración de probetas cilíndricas de concreto con medidas de 15cm x30cm, y posteriormente ser empleados en los ensayos, según indica en la Norma NTP 339.034:2013. (ASTM C39) y la Norma empleada para elaborar las probetas es la ASTM C31.<sup>22</sup>

## **Propiedades físicas**

### **Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams (ASTM C143 Y NTP 339.035)**

Esta prueba se encarga de medir la trabajabilidad y consistencia del concreto, ya que facilita la manipulación, consolidación y acabado del concreto fresco, teniendo en cuenta que no se deben dividir o separar sus partículas.

### **Peso unitario del concreto en estado fresco (ASMT C138 y NTP 339.046)**

Esta prueba determina la densidad del concreto fresco, lo cual se calcula fraccionando la masa neta del concreto sobre el volumen del molde. La masa neta se calcula sustrayendo la masa del molde vacío y de la masa del molde lleno de concreto, la cual se encuentra normalizado por la ASMT C138 y NTP 339.046.

**Tabla 1: Matriz de operacionalización de a variables**

	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
VARIABLE DEPENDIENTE	PROPIEDADES DEL CONCRETO $f_c$ =210 Kg/cm <sup>2</sup>	Lo definen las características físicas y químicas de los materiales que componen, para ser mejor entendidos se analiza la naturaleza del concreto.	Esta investigación determinará las propiedades con sus respectivos ensayos y comprobar su densidad, asentamiento y resistencia a compresión.	PROPIEDADES MECÁNICAS	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	ENSAYO A COMPRESIÓN AXIAL
				PROPIEDADES FÍSICAS	ASENTAMIENTO	ENSAYO DE ASENTAMIENTO O PRUEBA DEL CONO DE ABRAHMS
					PESO UNITARIO	PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO
VARIABLE INDEPENDIENTE	PLÁSTICO PET RECICLADO	El PET se obtiene mediante el proceso de condensación del etilenglicol y el ácido tereftalato, es la estructura fundamental en las fibras y materias el moldeo, que hace de este un material fuerte, ligero y transparente.	Esta investigación plantea sustituir la arena por el plástico PET reciclado, de acuerdo a sus dosificaciones y comprobar su densidad, asentamiento y resistencia a compresión.	DOSIFICACIÓN	5%	BALANZA
					10%	BALANZA
					15%	BALANZA

Fuente: Elaboración propia - 2021

### **III. METODOLOGÍA.**

#### **3.1. Tipo y diseño de la investigación**

##### **3.1.1. Diseño de investigación.**

El diseño cuasi experimental también maneja adrede, por lo menos, una V.I (PET) para ver su impacto y correlación con una o más V.D (propiedades del concreto), solo que carecen de ensayos "puros" en el grado de seguridad o confianza que pueda tenerse sobre la igualdad originaria de los grupos <sup>23</sup>

De este modo, el proyecto se consideró cuasi experimental, debido a que se manipularán intencionalmente las cantidades de plástico PET reciclado (5%, 10% y 15%) en el diseño de mezcla, con la finalidad de analizar su influencia dentro de las propiedades física mecánicas del concreto; además, se subclasifica como cuasi experimentales, ya que el diseño de mezcla para el presente estudio ha sido pre definido (210 kg/cm<sup>2</sup>) por los investigadores, contando con cuatro diseños que corresponden al concreto patrón y luego a ese mismo concreto, adicionándole plástico PET reciclado en porcentajes de 5%, 10% y 15% en base al peso de la arena; dosificaciones elegidas tentativamente tomando como referencia las investigaciones de diversos autores.<sup>24</sup>

Anampa-2019, en su tesis; reemplazar el agregado grueso por plástico PET reciclado proporcionalmente en 3.5%, 9.5% y 12.5%.

##### **3.1.2. Tipo de investigación.**

Se preocupa por la adaptación del conocimiento científico, producto de la investigación fundamental. Siendo un primer esfuerzo de modificar el conocimiento científico en la tecnología.<sup>26</sup>

Por lo tanto, la investigación del presente proyecto es del tipo aplicada, debido a que se buscó poner en práctica los conocimientos previos en diseño de mezcla, el uso de plástico PET reciclado en el concreto y los antecedentes en casos similares, con el fin de tomar decisiones en la elección de un diseño óptimo del concreto con un determinado % de plástico PET reciclado, en base a resultados logrados en el laboratorio y los criterios de resistencia a la compresión, asentamiento y peso unitario.

### **3.2. Variable y operacionalización.**

#### **3.2.1. Variable Independiente.**

##### **Plástico PET (tereftalato de polietileno) reciclado**

###### **Definición conceptual.**

El PET se obtiene mediante el proceso de condensación del etilenglicol y el ácido tereftalato, es la estructura fundamental en las fibras y materiales de moldeo, que hace de este un material fuerte, ligero y transparente.<sup>27</sup>

###### **Definición operacional.**

Los porcentajes del plástico PET reciclado que se pusieron en las 3 distintas muestras de concreto fueron de 5%, 10% y 15% como sustituto parcial de la arena gruesa, con el objetivo de buscar el porcentaje óptimo a sustituir, sin alterar sus propiedades físico mecánicas del concreto y aumentar la resistencia a compresión; ayudó en la evaluación en estado fresco y luego en endurecido.

#### **3.2.2. Variable Dependiente**

##### **Propiedades físico-mecánicas del concreto.**

###### **Definición conceptual.**

Están definitivas principalmente por las cualidades físicas y químicas de sus unidades, que analizan la naturaleza del concreto.<sup>28</sup>

El concreto en sus dos estados, tiene propiedades que resaltan su calidad. En esta investigación se realizó primero el ensayo del Asentamiento en el cono de Abrams para los 4 diseños pre establecidos (P, 5%, 10% y 15%) de esa manera distinguir el grado de trabajabilidad de las muestras, así mismo, se realizaron ensayos de peso unitario y de resistencia a la compresión con 4 diseños (P, 5%, 10% y 15%) verificándose a los 7,14, 21 y 28 días, por cada diseño se ensayó 3 muestras, resultando un total de 48 probetas cilíndricas; finalmente bajo ese mismo concepto, para todos estos casos se medirán su calidad mediante ensayos de laboratorio.

Variable Dependiente      VD1: propiedades del concreto

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Población**

Nuestra investigación, estuvo compuesta por todos los testigos de concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  incorporado PET reciclado en la Ciudad de Ayacucho, de dimensiones 15 cm x 30 cm, resultantes de las pruebas de resistencia a la compresión, como también las muestras de concreto  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  tomadas con el cono de Abrams donde se midió la consistencia del concreto fresco y peso unitario, aplicados al concreto patrón y los tres diseños adicionales con distintas proporciones de plástico PET reciclado.

#### **3.3.2. Muestra**

Es un subgrupo de la población o universo que involucra precisar la unidad de muestreo y análisis, se pretende definir la población para determinar sus efectos y fijar parámetros.<sup>29</sup>

En este caso, la muestra de la investigación estuvo conformada por 48 probetas de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  incorporado PET reciclado en porcentajes 5%, 10% y 15%, como un sustituto parcial de la arena gruesa.

(se elaboraron en moldes de 30 cm de altura y 15 cm de diámetro según especifica el ASTM C-39), el cual estuvo compuesto por cemento, agua, arena gruesa, piedras y plástico PET reciclado.

Los porcentajes utilizados para dosificar el plástico PET reciclado fueron en base al estudio de Anampa (2019), donde planteó sustituir el agregado grueso por plástico PET en porcentajes de 3.5%, 9.5% y 12.5%.

En tal sentido, la norma E-060 nos dice que son 3 probetas por cada ensayo realizado; ante ello, siendo un total de 04 diseños de mezcla (P, 5%, 10% y 15%) y en 04 tiempos diferentes 7, 14, 21 y 28 días, resulta 48 especímenes que serán ensayadas para obtener un ajuste estadístico óptimo, por tal razón el diseño de la cantidad coincidió con la muestra en estudio. (ver tabla 2).

En consecuencia, nos dejó un total de 04 muestras para Ensayos de Asentamiento, peso unitario y 48 probetas para los Ensayos a la Compresión.

**Tabla 2: Muestra de la investigación.**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>E. COMPRESIÓN</b>	<b>ASENTAMIENTO</b>	<b>PESO UNITARIO</b>
Espécimen sin adición de aditivos (Grupo de control) = P	12	2	2
Espécimen con adición de PET 5%	12	2	2
Espécimen con adición de PET 10%	12	2	2
Espécimen con adición de PET 15%	12	2	2
<b>TOTAL</b>	<b>48</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

Fuente: Elaboración propia - 2021

### **3.3.3. Muestreo**

Es una técnica de muestreo no probabilístico, que elige una muestra de la población que está disponible.<sup>30</sup>

El tipo de muestreo se refirió a la técnica de selección (dirigido), en tal sentido el muestreo es no probabilístico, pues no dependía de una fórmula estadística, sino de los principios de elección de nosotros como tesisistas y de las características propias de la investigación (norma E-060), lo que derivó al desarrollo de la toma de decisiones del investigador.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

La recolección de datos involucra preparar un método minucioso de programación que nos lleva a reunir los datos con un objetivo concreto.<sup>31</sup>

La Técnica, como método de recopilación de datos para este proyecto de investigación, se elaboraron gráficos y tablas con los resultados adquiridos en las diferentes muestras realizados en el laboratorio, también se realizaron trabajos de gabinete mediante la observación directa, para obtener los resultados requeridos (cuasi experimental = propiedades del concreto), y en base a los Instrumentos del recojo de datos, basados en los ensayos mecánicos y físicos del concreto según sus indicadores (P, 5%, 10% y 15%); se creó la confiabilidad al emplearse los laboratorios de tecnología de concreto, se creó la validez al realizarse los ensayos, sujetos a las normas del ACI y a las NTP, designadas para cada tipo de ensayo.

### **3.5. Procedimientos**

Los agregados fueron conseguidos de la cantera “La Moderna”, se empleó el cemento Andino Tipo I y el diseño de mezcla se realizó según el método de diseño del comité ACI 211.1, y la selección y cantidad de probetas se realizaron de acuerdo a la norma E-060, los 04 tipos de diseños empleados, a las cantidades del plástico PET reciclado estos plásticos fueron obtenidos de botellas descartables de bebidas post consumo, la cual fueron trituradas por una máquina trituradora, obteniendo plásticos PET en forma de partículas irregulares con dimensiones de 0.5mm de , 14, 21 y 28 días, donde se procedió a realizar la Rotura a la Compresión, al asentamiento (Slump) y ensayos de peso unitario según el ACI y las NTP, donde se evaluó la mejor opción de resultados.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Actualmente, el estudio cuantitativo de los resultados se procesa por computadora. Para la selección de datos, estos se ejecutaron mediante la observación directa, desde el diseño de mezcla, por medio de ellos nos permitió visualizar cada prueba del concreto ensayado en el laboratorio y tomando los apuntes correspondientes, necesarios de los resultados, los cuales fueron contrastados con las Hipótesis planteadas.<sup>32</sup>

### **3.7. Aspectos éticos.**

Siendo alumnos de la carrera profesional de Ingeniería Civil, el presente proyecto de investigación se desarrolló con total honestidad, honradez, respeto y confianza de no haber copiado parte de las tesis de otros autores, respetando sus aportes, indicando todos los manuales, normas e instrumentos que se usaron en el proyecto de investigación con las respectivas resoluciones, los cuales al final serán contrastados por la herramienta web Turnitin.

#### IV. RESULTADOS

##### Nombre de la tesis:

Influencia del plástico PET reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  Huamanga, Ayacucho – 2021.

##### Ubicación:

Departamento : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : Huamanga

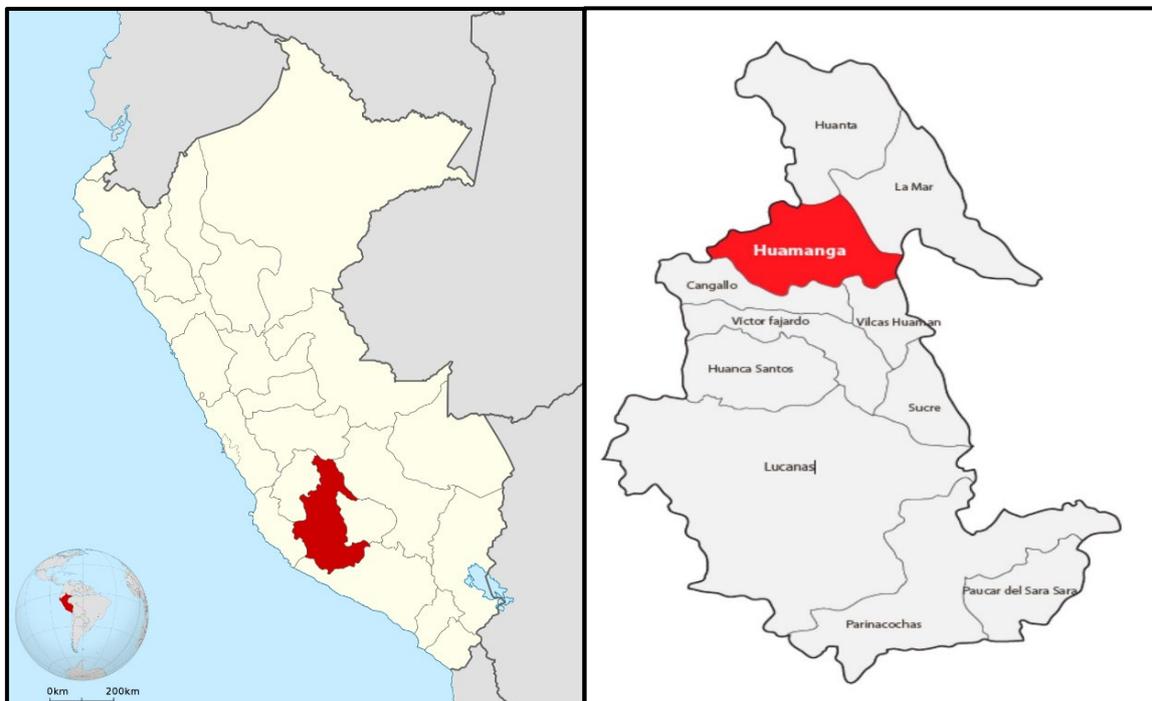


Figura 1: Mapa del Perú y de la Región Ayacucho.

Fuente: Google Search - 2021

**Localización:**



*Figura 2: Localización de la ciudad de Huamanga.*

Fuente: Plano catastral COFOPRI 2017.

El estudio se realizó en la ciudad de Huamanga, donde se ensayaron 48 probetas cilíndricas.

El los agregados que fueron utilizados para la fabricación del concreto se limita a la cantera de la Moderna, que se encuentra ubicada a 22 km aproximadamente de la ciudad de Ayacucho.



*Figura 3: Cantera de agregados La Moderna – Ayacucho*  
Fuente: Elaboración propia - 2021.

El plástico PET fue recolectado por recicladores de la ciudad, limitando el proceso de triturado del PET a la ciudad de Lima, donde además se almacenan todos los envases que son vendidos.

La planta industrial MMOLPLAST trituradora de plástico PET reciclado, se encuentra en la Asoc. Los naranjitos (alt. Km 28.5 de la panamericana norte) Puente Piedra en el departamento de Lima



Figura 4: Planta Industrial MMOLPLAST.

Fuente: Elaboración propia – 2021.

## MATERIALES COMPONENTES DEL CONCRETO

### Análisis granulométrico (NTP 400.013)

Tabla 3: Requisitos granulométricos para el agregado grueso

Tamaño Nominal	Requisitos granulométricos para el agregado grueso % que pasa por los tamices normalizados							
	37.5m m 1 1/2"	25mm 1"	19mm 3/4"	12.5 mm 1/2"	9.5m m 3/8"	4.75 mm N°4	2.56m m N°8	12.5 mm N°16
25mm a 12.5mm 1" a 1/2"	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---	---
25mm a 9.5mm 1" a 3/8"	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	---	---
25mm a 4.75mm a" a N°4	100	95 a 100	---	25 a 60	---	0 a 10	0 a 5	---
19mm a 9.5mm 3/4" a 3/8"	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	---	---
19mm a 4.75mm 3/4" a N°4	---	100	90 a 100	---	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---

Fuente: Norma ASTM C33:2011

Tabla 4: Análisis granulométrico obtenido por tamizado del A.G.

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA
1"	25.400		-	-	100.00
3/4"	19.050		-	-	100.00
1/2"	12.700	<b>395.05</b>	39.54	39.54	60.46
3/8"	9.525	<b>299.27</b>	29.95	69.49	30.51
1/4"	6.350	<b>228.05</b>	22.82	92.32	7.68
Nº 4	4.760	<b>67.96</b>	6.80	99.12	0.88
Fondo			-	99.12	0.88
Lavado		8.8	0.88	100.00	-

Fuente: Elaboración propia - 2021

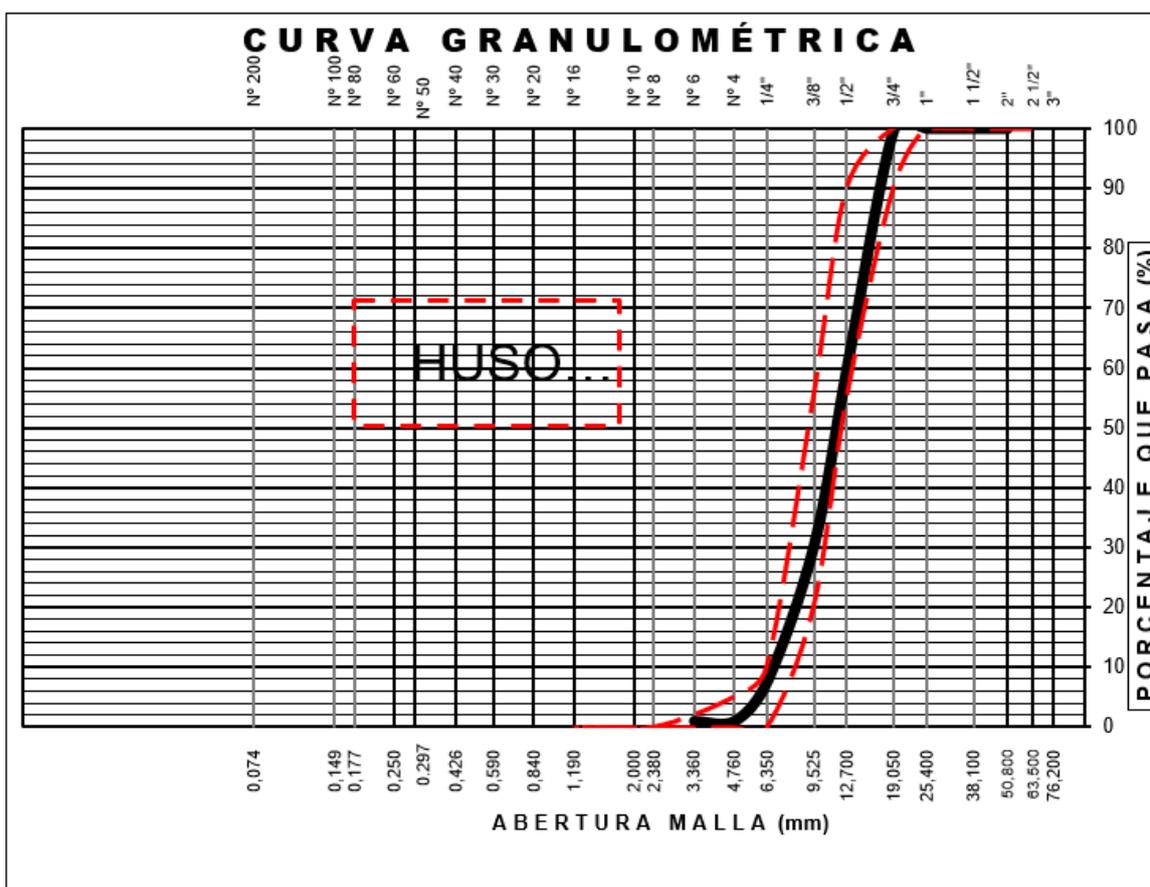


Figura 5: Curva granulométrica del A.G.

Fuente: Elaboración propia - 2021

**Interpretación:** De la figura 5, podemos observar que la curva granulométrica está dentro del huso N° 67.

### Módulo de finura (NTP 400.012:2013)

Los resultados calculados del peso específico se encuentran en la tabla 5.

**Tabla 5:** *Peso específico del agregado grueso.*

DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO
Peso específico	2.55 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia - 2021

En la figura 6, se pudo observar el cálculo del peso de la canastilla con el A.G. cuando está sumergido totalmente en agua.



**Figura 6:** *Ensayo del peso específico del A.G.*

Fuente: Elaboración propia - 2021

### Peso unitario suelto (NTP 400.017:2011)

En la tabla 6, se muestra el valor del P.U.S.S para el agregado grueso.

**Tabla 6:** *P.U.S.S. del agregado grueso*

DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO
Peso unitario suelto seco	1419 kg/cm <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia - 2021

En la figura 7, se puede observar el ensayo del P.U.S.S del agregado grueso, soltando el material en un recipiente con un cucharón de una cierta altura del borde.



*Figura 7: Ensayo del P.U.S.S del agregado grueso.*

Fuente: Elaboración propia - 2021

**Peso unitario compactado (NTP 400.017:2011)**

En la tabla 7, se muestra el valor del P.U.S.S. para el agregado grueso.

**Tabla 7: P.U.C del agregado grueso**

DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO
Peso unitario compactado seco	1504 kg/cm <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia - 2021

**Porcentaje de absorción (NTP 400.012:2002)**

En la tabla 8, se muestra el valor del % de absorción del agregado grueso.

**Tabla 8: Porcentaje de absorción del A.G.**

DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO
%Absorción	1.32%

Fuente: Elaboración propia - 2021

**Contenido de humedad (NTP 339.185:2013)**

En la tabla 9, se muestra el valor del porcentaje del contenido de humedad del agregado grueso.

**Tabla 9: Contenido de humedad del A.G.**

DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO
Contenido de humedad	1.99%

Fuente: Elaboración propia - 2021

### **Contenido de material pasante de la malla N°200 (NTP 400.018.2013)**

En la tabla 10, se muestra el valor del contenido de material fino que pasa por la malla n°200 en el A.G.

**Tabla 10: Contenido de finos del A.G.**

DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO
Contenido de finos	0.88%

Fuente: Elaboración propia - 2021

**Interpretación:** Se observó que el material pasante de la malla N°200 es de 0.88%, el cual cumple con las exigencias de la norma ASTM C33, en donde establece que el porcentaje de finos debe ser menor al 1%.

### **Agregado fino**

Es el que pasa por el tamiz 9.5mm (3/8”) y que cumple con los límites indicados en la norma ASTM C33.

Para nuestra investigación utilizamos agregado fino proveniente de la comunidad Compañía, la cantera Chillico – “la Moderna”.

### **Propiedades físicas del agregado fino.**

#### **Análisis granulométrico (NTP 400.012:2013)**

Para establecer la gradación de los agregados finos son los tamices N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100, de este modo la granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua. Ver la figura 8.



**Figura 8:** Ensayo granulométrico del A.F.

Fuente: Elaboración propia - 2021

**Interpretación:** El agregado no debe quedar retenido en 2 tamices continuos más del 45%. Las diferenciaciones en la gradación pueden afectar la homogeneidad de la mezcla. Por lo general las arenas demasiado finas son más costosas mientras que las arenas excesivamente gruesas logran producir mezclas poco trabajables y muy ásperas. La granulometría apropiada para el A.F depende del tipo de trabajo y del TM del agregado grueso.

La normativa ASTM C33.2011, establece parámetros de límites granulométricos, para el agregado fino, con el fin de que sea idóneo para la preparación de concretos. Ver la tabla 11.

**Tabla 11:** Límites granulométricos para el A.F.

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (N°.4)	95 a 100
2,36 mm (N°.8)	80 a 100
1,18 mm (N°.16)	50 a 85
600 µm (N°.30)	25 a 60
300 µm (N°.50)	05 a 30
150 µm (N°.100)	0 a 10

Fuente: ASTM C33:2011.

Tabla 12: Análisis granulométrico por tamizado del A.F.

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA
1/2"	12.700		-	0.00	100.00
3/8"	9.525	1.07	0.14	0.14	99.86
1/4"	6.350	25.64	3.29	3.43	96.57
N° 4	4.760	52.52	6.75	10.18	89.82
N° 6	3.360		-	10.18	89.82
N° 8	2.380	152.84	19.63	29.81	70.19
N° 10	2.000	39.43	5.06	34.87	65.13
N° 16	1.190	122.92	15.79	50.66	49.34
N° 20	0.840	86.31	11.09	61.75	38.25
N° 30	0.590	73.76	9.47	71.22	28.78
N° 40	0.426	67.62	8.69	79.91	20.09
N° 50	0.297	51.82	6.66	86.56	13.44
N° 60	0.250	21.86	2.81	89.37	10.63
N° 80	0.177	26.90	3.46	92.83	7.17
N° 100	0.149	10.43	1.34	94.16	5.84
N° 200	0.074	19.63	2.52	96.69	3.31
Fondo			-	96.69	3.31
Lavado		25.8	3.31	100.00	0.00

Fuente: Elaboración propia - 2021

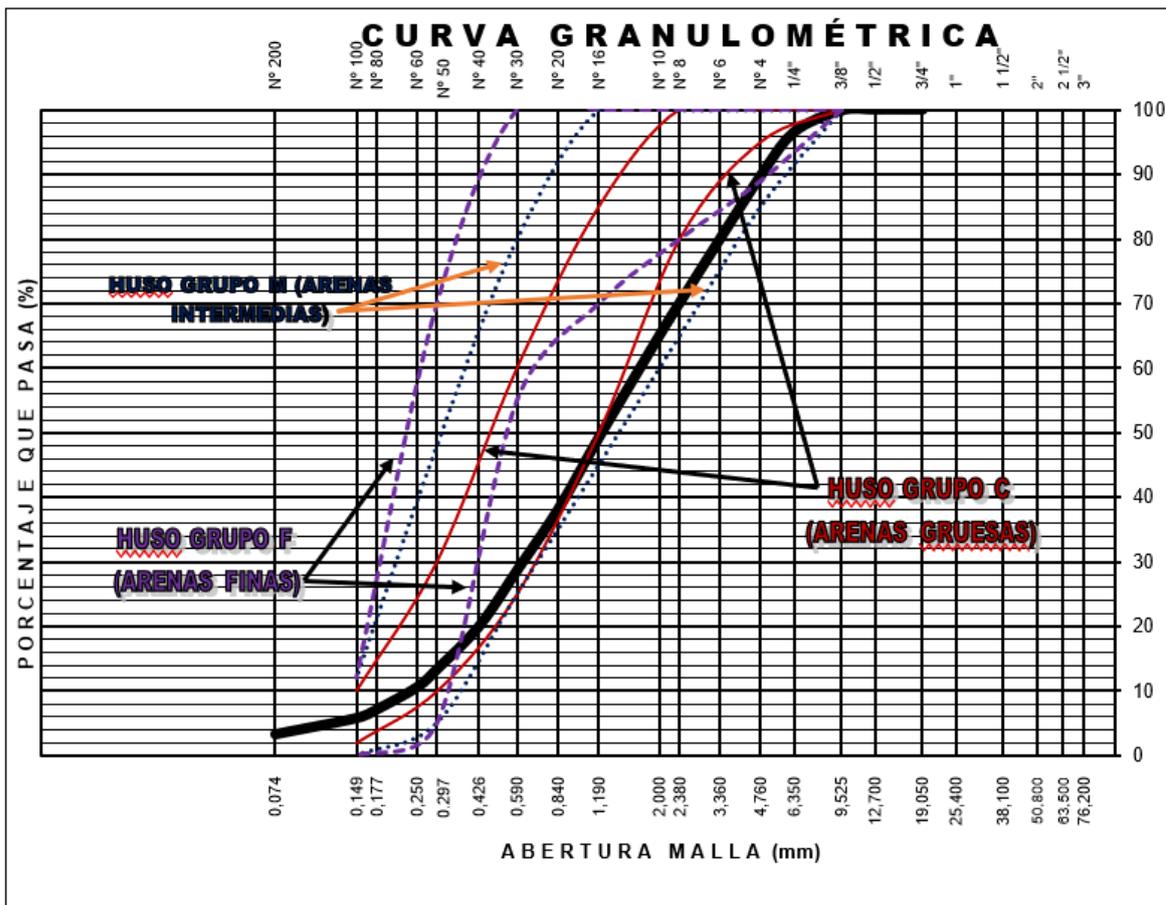


Figura 9: Curva granulométrica del A.F.

Fuente: Elaboración propia - 2021

**Interpretación:** En el gráfico 9, podemos observar que la curva granulométrica del A.F. se halla acorde a los parámetros y límites establecidos por la norma ASTM C33.

#### **Módulo de finura (NTP 400.012: 2013)**

La tabla 13, muestra el valor del módulo de finura para el A.F.

**Tabla 13: Módulo de finura del A.F.**

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO
Módulo de finura	3.43

Fuente: Elaboración propia - 2021

#### **Tamaño máximo (NTP 339.047:2006)**

En nuestro caso el agregado fino tuvo un TM de 1/2”.

#### **Tamaño máximo nominal (TP 339.047:2006)**

En este caso el agregado fino tuvo un TMN de N°4”.

#### **Peso específico (NTP 400.021:2013)**

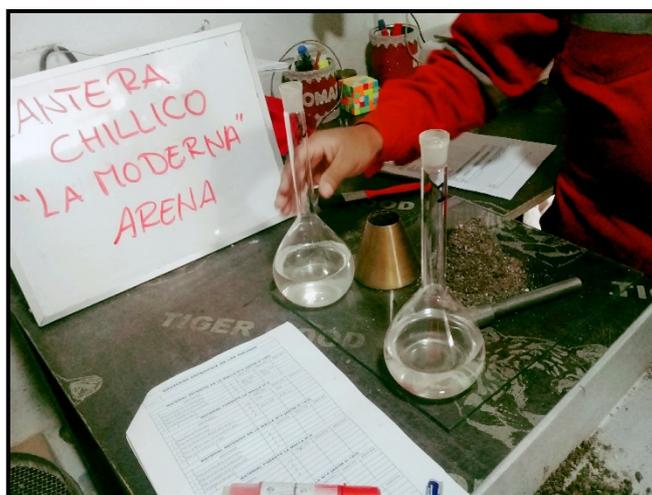
En la tabla 14, se muestra el peso específico del agregado fino.

**Tabla 14: Peso específico del A.F.**

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO
Peso específico	2.56 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia - 2021

En la figura 10, se muestra el ensayo del peso específico del A.F.



**Figura 10: Ensayo de peso específico del agregado fino.**  
Fuente: Elaboración propia.

### Peso unitario suelto (NTP 400.017:2011)

Tabla 15: P.U.S.S. del agregado fino.

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO
Peso unitario suelto seco	1,698 kg/cm <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia - 2021

### Peso unitario compactado (NTP 400.017:2011)

Tabla 16: P.U.C.S del agregado fino.

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO
Peso unitario compactado seco	1760 kg/cm <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia - 2021



Figura 11: Ensayo del P.U.C.S del agregado fino.

Fuente: Elaboración propia - 2021

### Porcentaje de absorción (NTP 400.021:2013)

Tabla 17: Porcentaje de absorción del AF.

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO
% Absorción	2.18 %

Fuente: Elaboración propia - 2021

### Contenido de humedad (NTP 339.185:2013)

**Tabla 18:** *Contenido de humedad del AF.*

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO
contenido de humedad	2.90 %

Fuente: Elaboración propia - 2021

### Contenido de material que pasa la malla N°200 (NTP 400.018:2013)

La tabla 19, muestra el valor del contenido de material fino que pasa la malla N°200.

**Tabla 19:** *Contenido de finos.*

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO
Contenido de finos	3.31 %

Fuente: Elaboración propia - 2021

**Interpretación.** La tabla 19, muestra pasante de la malla N°200 es 3.31 %, el cual cumple con la norma ASTM C33, el cual muestra que el % de finos debe ser menor al 5%.

### Agregado global

La norma ASTM C33, establece que la mezcla de los agregados finos y gruesos, cuando están comprendidos dentro de los límites, produce un concreto manejable y en condiciones ordinarias teniendo una buena distribución de las partículas.

### Análisis granulométrico (NTP 400.012:2013)

Las proporciones adecuadas el agregado grueso y fino son la siguiente:

- Proporción ideal del AG en la mezcla = 55%
- Proporción ideal del AF en la mezcla = 45%.

**Tabla 20:** Granulometría del agregado global con una relación de A.G. /A.F. de 55/45.

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	% PASA (A.G.) 0.55	% PASA (A.F.) 0.45	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA
1"	25.400	100.00	100.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	100.00	100.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	60.46	100.00	21.75	78.25
3/8"	9.525	30.51	99.86	38.28	61.72
1/4"	6.350	7.68	96.57	52.32	47.68
N° 4	4.760	0.88	89.82	59.09	40.91
N° 6	3.360	0.88	89.82	59.09	40.91
N° 8	2.380	0.88	70.19	67.93	32.07
N° 10	2.000	0.88	65.13	70.21	29.79
N°16	1.190	0.88	49.34	77.31	22.69
N° 20	0.840	0.88	38.25	82.30	17.70
N° 30	0.590	0.88	28.78	86.56	13.44
N° 40	0.426	0.88	20.09	90.47	9.53
N° 50	0.297	0.88	13.44	93.47	6.53
N° 60	0.250	0.88	10.63	94.73	5.27
N° 80	0.177	0.88	7.17	96.29	3.71
N° 100	0.149	0.88	5.84	96.89	3.11
N° 200	0.074	0.88	3.31	98.02	1.98
Fondo					-

Fuente: Elaboración propia - 2021

**Interpretación:** Con los datos de la tabla 20, realizamos el gráfico 12, mostrando la curva granulométrica del agregado global y los husos granulométricos proporcionados a un TMN de 1½", ¾" y 3/8" (husos que mejor se ajustan a la curva granulométrica)

Estos husos están especificados en la tabla 21, este se tomó de la NTP 400.037.

**Tabla 21:** Granulometría del agregado global.

Tamiz	Tamaño máximo nominal		
	Tamaño máximo nominal 37,5 mm (1 1/2 pulg)	Tamaño máximo nominal 19,9 mm (3/4 pulg)	Tamaño máximo nominal 9,5mm (3/8 pulg)
50 mm (2pulg)	100		
37,5 mm (1 ½ pulg)	95 a 100	100	
19,0 mm (3/4 pulg)	45 a 80	95 a 100	
12,5 mm (1/2 pulg)			100
9,5 mm (3/8 pulg)			95 a 100
4,75 mm (No. 4)	25 a 50	35 a 55	30 a 65
2,36 mm (No. 8)			20 a 50
1,18 mm (No. 16)			15 a 40
600 µm (No. 30)	8 a 30	10 a 35	10 a 30
300 µm (No. 50)			5 a 15
150 µm (No. 100)	0 a 8*	0 a 8*	0 a 8*

\*incrementar 10 % para finos de roca triturada.

Fuente: Norma NTP 400.037 – 2014.

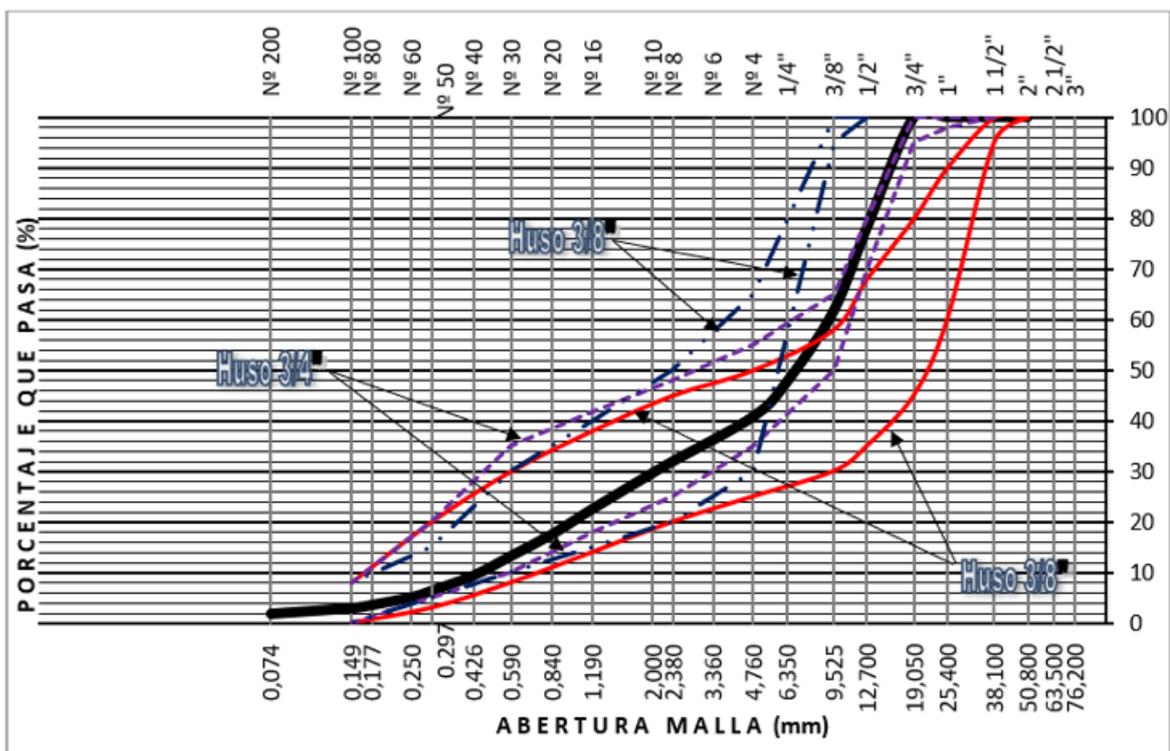


Figura 12: Curva granulométrica del agregado global.

Fuente: Elaboración propia – 2021.

A continuación, se mostrará un resumen de las propiedades físicas del agregado grueso y fino en la tabla 22.

**Tabla 22: Propiedades de los agregados grueso y fino**

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS	UNIDAD	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
Porcentaje de absorción	%	1.32	2.18
Contenido de humedad	%	1.99	2.90
Peso específico de masa	gr/cm <sup>3</sup>	2.55	2.56
Peso unitario suelto	kg/cm <sup>3</sup>	1419	1698
Peso unitario compactado	kg/cm <sup>3</sup>	1504	1760
Módulo de finura		6.64	3.43
Finos que pasan la malla N°200	%	0.88	3.31
Tamaño máximo	pulg.	3/4	3/8
Tamaño máximo nominal	pulg.	1/2	N°4
Combinación	%	55	45

Fuente: Elaboración propia – 2021.

### Cemento portland

**Tabla 23: Propiedades físicas y químicas del Cemento Portland tipo I – Andino.**

Parámetro	Unidad	Cemento Andino tipo I	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	5.08	Máximo 12
Expansión autoclave	%	-0.02	Máximo 0.80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	373	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.12	No específica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm <sup>2</sup>	274	Mínimo 222
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm <sup>2</sup>	340	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm <sup>2</sup>	440	Mínimo 285*
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	105	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	282	Máximo 375
<b>Composición Química</b>			
MgO	%	1.80	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	2.67	Máximo 3.0
Pérdida al fuego	%	1.49	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.72	Máximo 1.5
<b>Fases Mineralógicas</b>			
C2S	%	17.86	No específica
C3S	%	54.88	No específica
C3A	%	7.01	No específica
C4AF	%	10.37	No específica
<b>Alcalis Equivalentes</b>			
Contenido de álcalis equivalentes	%	0.47	Máximo 0.60*
<b>Resistencia a los Sulfatos</b>			
Resistencia al ataque de sulfatos	%	0.083	0.10 % máx. a 180 días

Fuente: UNACEM – 2021.

Para desarrollar esta tesis se ha utilizado Cemento Portland Tipo I - Andino.

### **Agua para el concreto (NTP 339.088:2014)**

**Tabla 24:** *Límites permisibles máximos del agua.*

<b>Descripción</b>	<b>Limite permisible</b>
Sólidos en suspensión	5000 ppm máximo
Materia orgánica	3 ppm máximo
Alcalinidad (NaHCO <sub>3</sub> )	1000 ppm máximo
Sulfato (Ion SO <sub>4</sub> )	600 ppm máximo
Cloruros (Ion Cl)	1000 ppm máximo
pH	5 a 8

Fuente: ITINTEC 334.088 - 2014

**Interpretación:** Para realizar este estudio de investigación, el agua que se utilizó para la elaboración del concreto, fue agua potable de las instalaciones de la empresa INGEOMAX S.A.C., lo cual está permitida por la NORMA laboratorio de geotecnia donde se realizó todos los ensayos.

### **Plástico de botella (PET)**

El material seleccionado de plástico reciclable que se utilizó para el estudio, está constituido por PET (tereftalato de polietileno), debido a que dicho material se caracteriza por su resistencia y gran ligereza, por tales motivos parece ser posible una buena integración como agregado en la mezcla del concreto.

### **Material PET reciclado en la planta industrial de plásticos MMOLPLAST E.I.R.L.**

El material procesado de plástico de botellas PET triturado se obtuvo de formas irregulares (escamas, alargadas, etc) de la empresa MMOLPLAST E.I.R.L. quienes brindan el servicio de molido y lavado de plásticos. Para esta investigación se trabajó con las dimensiones del PET reciclado de 0.5mm de espesor y de 1mm a 5 mm de diámetro como máximo.

En la figura 13, se muestra el plástico triturado en la empresa MMOLPLAST E.I.R.L.



*Figura 13:* Plástico PET triturado en la planta industrial MMOLPLAST  
 Fuente: Elaboración propia – 2021.

En la figura 14, se puede apreciar el proceso de la obtención del plástico triturado de las botellas PET recicladas.



*Figura 14:* Proceso de obtención del plástico PET.  
 Fuente: Elaboración propia – 2021.

**Elaboración del mortero con plástico PET**

La elaboración de los elementos del mortero de cemento con sustitución parcial de plástico PET reciclado utilizando equipos.

Las probetas de concreto se obtendrán acorde a los parámetros de la norma ASTM C-172.

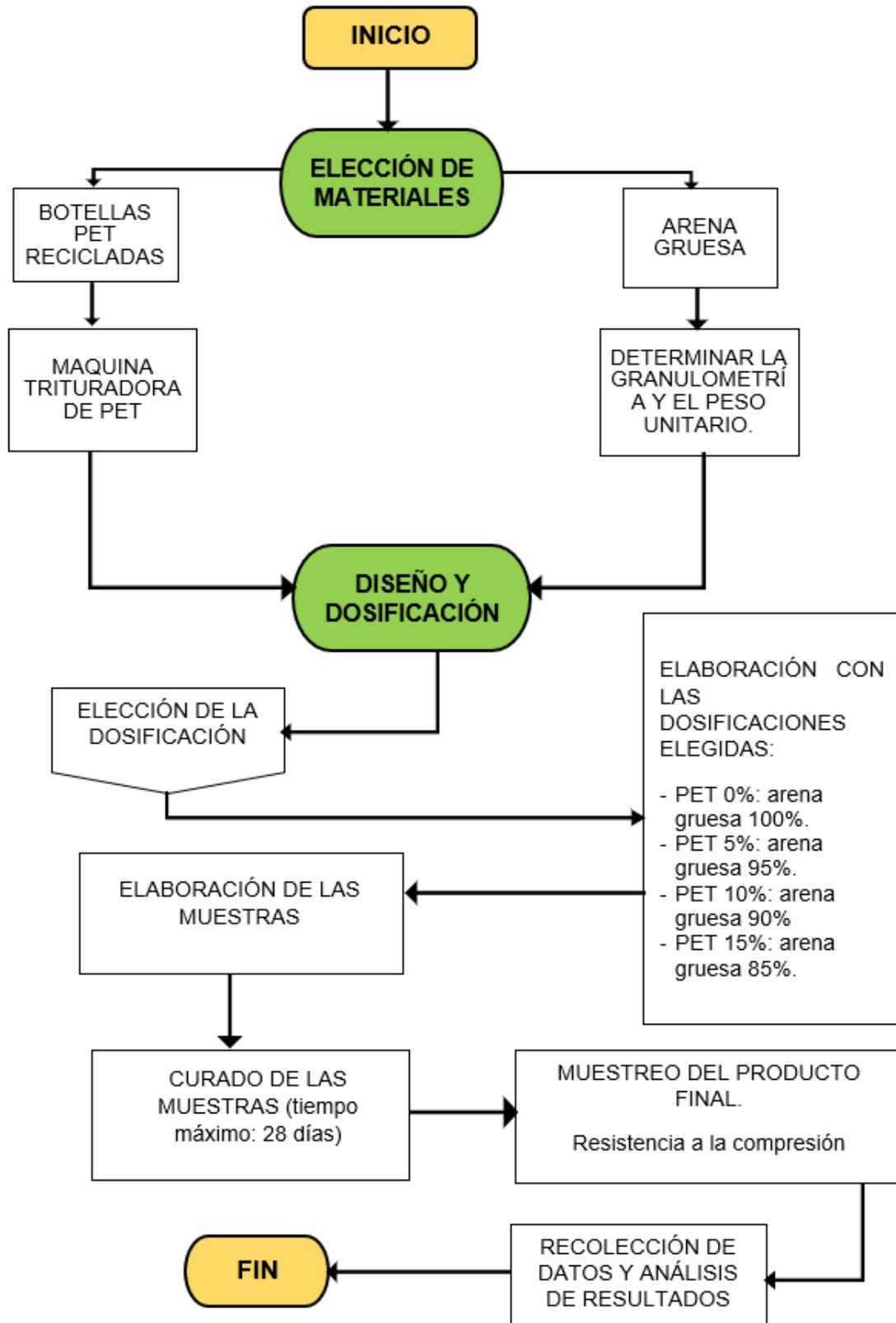


Figura 15: Diagrama de flujo del procedimiento experimental  
Fuente: Elaboración propia – 2021.

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Para esta tesis se realizará un diseño para la relación agua/cemento 0.57 con adición de plásticos PET reciclado triturado de 0%, 5%, 10% y 15% en reemplazo parcial de la dosificación del agregado fino (arena) en peso, todos los detalles utilizados y los cuadros se observa en la siguiente tabla.

**Tabla 25:** Resumen de las propiedades físicas de los agregados.

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS	UNIDAD	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
Porcentaje de absorción	%	1.32	2.18
Contenido de humedad	%	1.99	2.90
Peso específico de masa	gr/cm <sup>3</sup>	2.55	2.56
Peso unitario suelto	kg/cm <sup>3</sup>	1419	1698
Peso unitario compactado	kg/cm <sup>3</sup>	1504	1760
Módulo de finura		6.64	3.43
Finos que pasan la malla N°200	%	0.88	3.31
Tamaño máximo	pulg.	3/4	3/8
Tamaño máximo nominal	pulg.	1/2	N°4
Combinación	%	55	45

Fuente: Elaboración propia – 2021.

### Diseño de mezcla patrón

Se definirá sin considerar la adición de plásticos PET reciclados, es decir; con 0% de PET reciclado, empleando el diseño para una relación de w/c: 0.57 cumpliendo con las medidas que establece la norma.

### Diseño patrón para un concreto con relación A/C = 0.57

La secuencia de diseño es la siguiente:

- a. Elegir la relación agua/cemento (a/c)

Relación a/c = 0.57

- b. Elegir el asentamiento

Para la siguiente tesis se va a considerar un asentamiento de 3" - 4", consistencia plástica. |

- c. Considerar el agua de diseño y contenido de aire atrapado para 1 m<sup>3</sup> de concreto.

Con los datos del tamaño máximo nominal del agregado grueso y el slump requerido vemos la tabla 26, y obtenemos el agua.

Agua = 216 l/m<sup>3</sup>

Aire = 2.5%

**Tabla 26:** Agua para diseño aprox. y contenido de aire requerido para diferentes slump y TMN de los agregados.

Asentamiento	Agua en l/m <sup>3</sup> , para TMN agregados y consistencias indicadas						
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"
<b>Concreto sin aire incorporado</b>							
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160
Cantidad aproximada de aire atrapado, en porcentaje	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3
<b>Concreto con aire atrapado</b>							
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133
6" a 7"	216	205	187	184	174	166	154

Fuente: Tabla 6.3.3 de la norma ACI 211.1-91.

- a. Calcular la cantidad de cemento

La cantidad de cemento se va calcular para la relación a/c = 0.57.

Cantidad de cemento = agua/(a/c) = 378.94 kg/m<sup>3</sup>

- b. Calcular los volúmenes absolutos del agua, aire y cemento.

Volumen absoluto del agua = 0.216 m<sup>3</sup>

Volumen absoluto del aire = 0.025 m<sup>3</sup>

Volumen absoluto del cemento = peso seco/P.E/1000 = 0.12m<sup>3</sup>.

- c. Calcular el volumen total de los agregados en 1 m<sup>3</sup> de concreto.

Vol. Total de agregados = 1- (vol. Agua + vol. Cemento + vol. Aire)

Vol. Total de agregados = 0.64 m<sup>3</sup>

- d. Calcular los volúmenes absolutos de los agregados.

Los volúmenes absolutos de los agregados se van a calcular con una relación (agregado grueso/agregado fino) = 55/45.

Volumen absoluto del Agregado F. = (vol. Total de los agregados) (porcentaje del A. Fino)

Volumen absoluto del Agregado F. = 0.29 m<sup>3</sup>

Volumen absoluto del Agregado G. = (vol. Total de los agregados) (porcentaje del A. Grueso)

Volumen absoluto del Agregado G. = 0.35 m<sup>3</sup>

e. Calcular los pesos secos de los agregados.

Peso seco del Agregado F. = (volumen absoluto del Agregado F.) (P.E) = 734.8 kg

f. Calcular el aporte de agua de los agregados

Agua del Agregado F. = (Peso seco del Agregado F.) (C.H del Agregado F. – Abs. Del Agregado F.) = 5.29 kg

Agua del Agregado G. = (Peso seco del Agregado G.) (C.H del Agregado G. – Abs. Del Agregado G.) = 5.98 kg

g. Corregir la cantidad de agua

Agua corregida = agua inicial – (Agua del Agregado F. + Agua del Agregado G.)

Agua corregida = 204.73 kg

h. Calcular los pesos húmedos de los agregados

Peso húmedo del Agregado F. = (peso seco del Agregado F.) (1+C.H del Agregado F.)

Peso húmedo del Agregado F. = 756.11 kg.

Peso húmedo del Agregado G. = (peso seco del Agregado G.) (1+C.H del Agregado G.)

Peso húmedo del Agregado G. = 911.38 kg.

**Interpretación:** El resultado del diseño definitivo se muestra en la tabla 27, los resultados de los ensayos de mezcla del concreto patrón y con las proporciones determinadas de acuerdo con los parámetros establecidos de diseño.

**Tabla 27: Ensayo de mezcla del concreto.**

ENSAYO DE MEZCLA PATRÓN	
DESCRIPCIÓN	ENSAYO
Relación (a/c)	0.57
Agua (L)	216
Arena (%)	45
Piedra (%)	55
Slump (3" – 4")	1/2"

Fuente: Elaboración propia – 2021.

En la tabla 28, se muestra la dosificación por tanda de prueba (82.35kg)

**Tabla 28: Dosificación por tanda de prueba.**

DISEÑO DE CONCRETO PATRÓN- A/C = 0.57						
f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	A/C	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO AF (kg)	AGREGADO GRUESO AG (kg)	AGUA (lt/bls)	TANDA DE PRUEBA (KG)
210	0.57	14.00	31.84	28.51	8.00	82.35

Fuente: Elaboración propia – 2021.

**Interpretación:** Por lo tanto; la dosificación por tanda de prueba (82.35kg) es la siguiente:

(Cemento, Arena, Piedra, Agua) = (14 kg, 31.84 kg, 28.51 kg, 8 lt)

Se realizó el diseño de mezclas de concreto patrón sin considerar los plásticos PET reciclado.

#### **Diseño de mezcla patrón con plástico PET reciclado**

Se debe tener en cuenta la estas consideraciones:

- Las proporciones del agregado grueso y fino serán las mismas determinadas: % agregado grueso y fino = 55/45 del diseño de mezcla patrón.
- La proporción de agua por la relación de agua/cemento en el diseño final de la muestra patrón ha sido determinado y se presenta en la tabla 29; por lo tanto:
  - Para el diseño de mezcla con plástico PET reciclado, la cantidad de agua a usarse será la misma que se determinó según el diseño de relación a/c = 0.57 del concreto patrón, es decir; 216 litros.
- Una vez obtenido el diseño del concreto patrón, se realizó el diseño de mezcla de concreto con adición del 5%, 10% y 15% de plástico PET reciclado en reemplazo de la arena.

### Mezcla patrón con 5% de plástico PET reciclado

Se describe el diseño de concreto para la relación  $w/c = 0.57$ .

#### Diseño para la relación $A/C = 0.57$

Del diseño patrón se reemplazó el 5% de la arena por 5% de plástico PET reciclado.

Se puede apreciar el diseño y la dosificación en la tabla 29.

**Tabla 29:** Diseño de mezcla con 5% de plástico PET reciclado,  $a/c = 0.57$ .

DISEÑO DE CONCRETO CON 5% DE PET $A/C = 0.57 - F' C = 210 \text{KG}/\text{CM}^2$								
Materiales	Peso seco (kg)	Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen absoluto (m <sup>3</sup> )	Peso en obra (kg)	P.O +5%PET (kg)	Peso unitario en obra	P.U.O x 42.5 (kg)	Tanda de prueba (82.35)
CEMENTO	378.9	3120.00	0.12	378.94	378.94	1	42.5	14
AGUA	216	1000.00	0.22	204.73	204.73	0.57	24.23	8
ARENA	734.8	2550.00	0.35	756.11	718.3	2.27	96.48	30.25
PIEDRA	893.6	2560.00	0.29	911.38	911.38	2.04	86.70	28.51
AIRE	2.5%	-	0.03	-	-	-	-	-
PLÁSTICO	-	-	-	-	37.81	0.11	4.68	1.59

Fuente: Elaboración propia – 2021.

**Interpretación:** Por lo tanto; la dosificación por tanda de prueba (82.35 kg) es la siguiente:

(Cemento, Arena, Piedra, Plástico, agua) = (14 kg, 30.25 kg, 28.51 kg, 1.59 kg, 8 lt)

### Mezcla patrón con 10% de plástico PET reciclado

Se describe el diseño de concreto para la relación  $w/c = 0.57$ .

#### Diseño para la relación $A/C = 0.57$

Del diseño patrón se reemplazó el 10% de la arena por 10% de plástico PET reciclado. Se puede apreciar el diseño y la dosificación en la tabla 30.

**Tabla 30:** Diseño de mezcla con 10% de plástico PET reciclado,  $a/c = 0.57$ .

DISEÑO DE CONCRETO CON 10% DE PET $A/C = 0.57 - F' C = 210 \text{KG}/\text{CM}^2$								
Materiales	Peso seco (kg)	Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen absoluto (m <sup>3</sup> )	Peso en obra (kg)	P.O +10%PET (kg)	Peso unitario en obra	P.U.O x 42.5 (kg)	Tanda de prueba (82.35)
CEMENTO	378.9	3120.00	0.12	378.94	378.94	1	42.5	14
AGUA	216	1000.00	0.22	204.73	204.73	0.57	24.23	8
ARENA	734.8	2550.00	0.35	756.11	680.5	2.27	96.48	28.66
PIEDRA	893.6	2560.00	0.29	911.38	911.38	2.04	86.70	28.51
AIRE	2.5%	-	0.03	-	-	-	-	-
PLÁSTICO	-	-	-	-	75.61	0.23	4.68	3.18

Fuente: Elaboración propia – 2021.

**Interpretación:** Por lo tanto; la dosificación por tanda de prueba (82.35 kg) es la siguiente:

(Cemento, Arena, Piedra, Plástico, agua) = (14 kg, 28.66 kg, 28.51 kg, 3.18 kg, 8 lt)

**Mezcla patrón con 15% de plástico PET reciclado**

Se describe el diseño de concreto para la relación w/c = 0.57.

**Diseño para la relación A/C = 0.57**

Del diseño patrón se reemplazó el 15% de la arena por 15% de plástico PET reciclado. Se puede apreciar el diseño y la dosificación en la tabla 31.

**Tabla 31:** *Diseño de mezcla con 15% de plástico PET reciclado, a/c = 0.57.*

DISEÑO DE CONCRETO CON 15% DE PET A/C = 0.57 – F´C=210KG/CM2								
Materiales	Peso seco (kg)	Peso específico (kg/m3)	Volumen absoluto (m3)	Peso en obra (kg)	P.O +15%PET (kg)	Peso unitario en obra	P.U.O x 42.5 (kg)	Tanda de prueba (82.35)
CEMENTO	378.9	3120.00	0.12	378.94	378.94	1	42.5	14
AGUA	216	1000.00	0.22	204.73	204.73	0.57	24.23	8
ARENA	734.8	2550.00	0.35	756.11	642.69	2.27	96.48	27.06
PIEDRA	893.6	2560.00	0.29	911.38	911.38	2.04	86.70	28.51
AIRE	2.5%	-	0.03	-	-	-	-	-
PLÁSTICO	-	-	-	-	113.42	0.34	4.68	4.78

Fuente: Elaboración propia – 2021.

**Interpretación:** Por lo tanto; la dosificación por tanda de prueba (82.35 kg) es la siguiente:

(Cemento, Arena, Piedra, Plástico, agua) = (14 kg, 27.06 kg, 28.51 kg, 4.78 kg, 8 lt)

En la siguiente tabla se muestra un resumen del diseño patrón y el diseño patrón con plástico PET reciclado para las diferentes proporciones y para la relación agua/cemento que se utilizó.

**Tabla 32:** *Resumen del diseño de concreto patrón más el plástico PET reciclado.*

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PARA 1M3						
RELACIÓN A/C	MATERIALES	UNIDAD	PATRÓN + 0% PET	PATRÓN + 5% PET	PATRÓN + 10% PET	PATRÓN + 15% PET
0.57	CEMENTO	kg	378.94	378.94	378.94	378.94
	AGUA	kg	204.73	204.73	204.73	204.73
	ARENA	kg	734.8	718.30	680.50	642.69
	PIEDRA	kg	893.6	911.38	911.38	911.38
	PLÁSTICO	kg	0.00	37.81	75.61	113.42

Fuente: Elaboración propia – 2021.

## PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Una vez fabricados los testigos cilíndricos de concreto patrón con reemplazo de agregado fino (arena) por 0%, 5%, 10% y 15% de PET reciclado se realiza el curado, el cual consiste en sumergir en agua hasta el día que se realice algún ensayo. En este periodo el testigo irá incrementando sus propiedades progresivamente.

### Resistencia por compresión axial (NTP 339.034:2013)

Los ensayos a compresión axial se realizaron en especímenes cilíndricos de 10cm de diámetro y 20cm altura y de 15cm de diámetro y 30cm de altura, curados sumergidos en agua y se ensayaron a las edades de 7, 14, 21 y 28 días.

### Resultados de dosificación y características de los testigos de concreto.

#### Muestra de concreto patrón sin plástico PET reciclado

Realizando el ensayo de resistencia a compresión axial en probetas de concreto patrón a los 7, 14, 21 y 28 días de curado con relación a gua/cemento: 0.57.

Los resultados de los testigos de concreto de resistencia  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> realizados se encuentra en la tabla 33.

**Tabla 33:** Análisis estadístico de la resistencia a la compresión axial sin plástico PET reciclado.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MUESTRA PATRÓN			
DESCRIPCIÓN	F' C = 210 kg/cm <sup>2</sup>		
	Testigo 01	Testigo 02	Testigo 03
Asentamiento slump	3" - 4"		
Trabajabilidad	Consistencia plástica - trabajable		
Resistencia a los 7 días	185.70 kg/cm <sup>2</sup>	179.60 kg/cm <sup>2</sup>	182.90 kg/cm <sup>2</sup>
% de resistencia a los 7 días	88%	86%	87%
Resistencia a los 14 días	197.20 kg/cm <sup>2</sup>	198.60 kg/cm <sup>2</sup>	201.50 kg/cm <sup>2</sup>
% de resistencia a los 14 días	94%	95%	96%
Resistencia a los 21 días	207.50 kg/cm <sup>2</sup>	211.10 kg/cm <sup>2</sup>	207.60 kg/cm <sup>2</sup>
% de resistencia a los 21 días	99%	101%	99%
Resistencia a los 28 días	245.00 kg/cm <sup>2</sup>	242.40 kg/cm <sup>2</sup>	247.40 kg/cm <sup>2</sup>
% de resistencia a los 28 días	117%	115%	118%

Fuente: Elaboración propia.

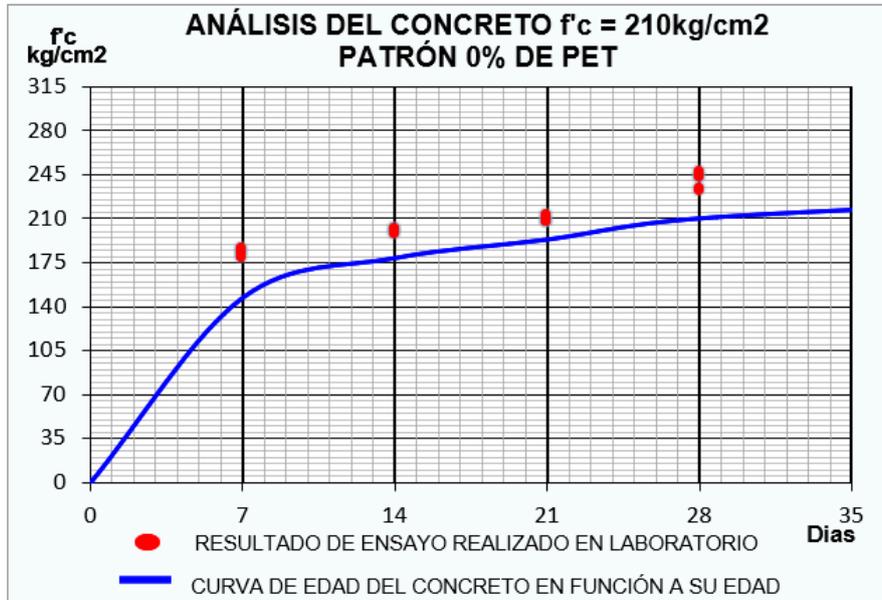


Figura 16: Curva de la resistencia a compresión del concreto patrón 0% PET.  
Fuente: Elaboración propia – 2021.

### Muestra de concreto con 5% de plástico PET reciclado

Los resultados de los testigos de concreto de resistencia  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con adición del 5% de PET reciclado realizados, se encuentra en la tabla 34.

**Tabla 34:** Análisis estadístico de la resistencia a la compresión axial con 5% de plástico PET reciclado.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MUESTRA CON 5% DE PET			
DESCRIPCIÓN	$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		
	Testigo 01	Testigo 02	Testigo 03
Asentamiento slump	3" - 4"		
Trabajabilidad	Consistencia plástica - trabajable		
Resistencia a los 7 días	156.50 kg/cm <sup>2</sup>	160.80 kg/cm <sup>2</sup>	158.70 kg/cm <sup>2</sup>
% de resistencia a los 7 días	75%	77%	76%
Resistencia a los 14 días	184.40 kg/cm <sup>2</sup>	185.40 kg/cm <sup>2</sup>	187.20 kg/cm <sup>2</sup>
% de resistencia a los 14 días	88%	88%	89%
Resistencia a los 21 días	199.00 kg/cm <sup>2</sup>	199.60 kg/cm <sup>2</sup>	198.90 kg/cm <sup>2</sup>
% de resistencia a los 21 días	95%	95%	95%
Resistencia a los 28 días	229.80 kg/cm <sup>2</sup>	219.20 kg/cm <sup>2</sup>	221.20 kg/cm <sup>2</sup>
% de resistencia a los 28 días	109%	104%	105%

Fuente: Elaboración propia – 2021.

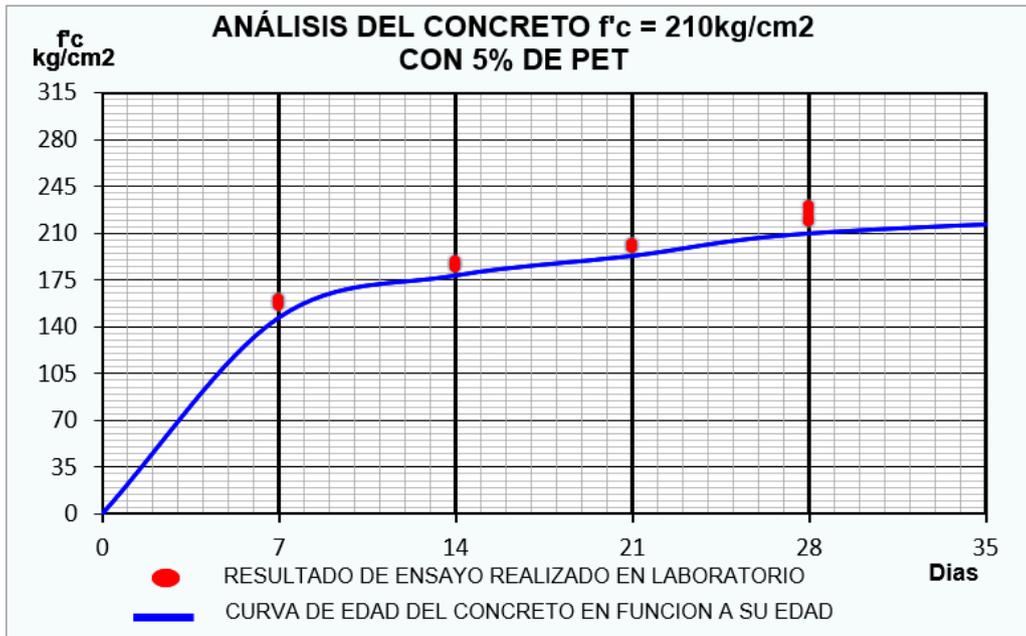


Figura 17: Curva de la resistencia a compresión axial del concreto 5% PET  
 Fuente: Elaboración propia – 2021.

#### Muestra de concreto con 10% de PET reciclado

Los resultados de los testigos de concreto de resistencia  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con adición del 10% de PET reciclado realizados, se encuentra en la tabla 35.

**Tabla 35:** Análisis estadístico de la resistencia a compresión axial con 10% de plástico PET reciclado.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MUESTRA CON 10% DE PET			
DESCRIPCIÓN	$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		
	Testigo 01	Testigo 02	Testigo 03
Asentamiento slump	3" - 4"		
Trabajabilidad	Consistencia plástica - trabajable		
Resistencia a los 7 días	122.30 kg/cm <sup>2</sup>	124.00 kg/cm <sup>2</sup>	124.60 kg/cm <sup>2</sup>
% de resistencia a los 7 días	58%	59%	59%
Resistencia a los 14 días	157.60 kg/cm <sup>2</sup>	154.70 kg/cm <sup>2</sup>	152.20 kg/cm <sup>2</sup>
% de resistencia a los 14 días	75%	74%	73%
Resistencia a los 21 días	171.00 kg/cm <sup>2</sup>	172.00 kg/cm <sup>2</sup>	175.20 kg/cm <sup>2</sup>
% de resistencia a los 21 días	81%	82%	83%
Resistencia a los 28 días	189.10 kg/cm <sup>2</sup>	191.40 kg/cm <sup>2</sup>	190.60 kg/cm <sup>2</sup>
% de resistencia a los 28 días	90%	91%	91%

Fuente: Elaboración propia – 2021.

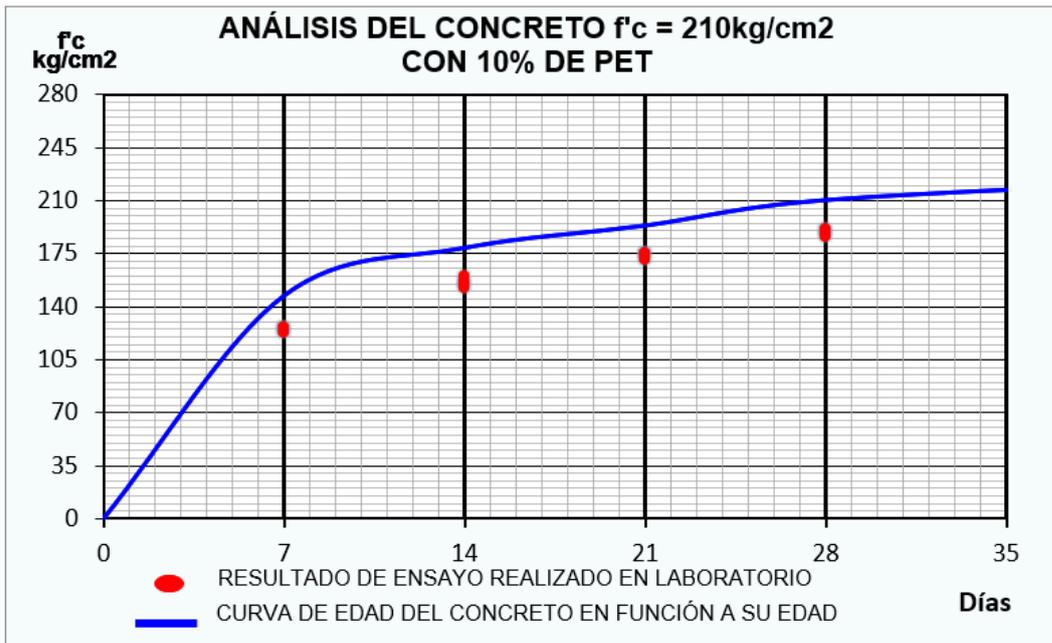


Figura 18: Curva de la resistencia a compresión del concreto 10% PET.

Fuente: Elaboración propia – 2021.

#### Muestra de concreto con 15% de PET reciclado

Los resultados de los testigos de concreto de resistencia  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con adición del 15% de PET reciclado realizados, se encuentra en la tabla 36.

**Tabla 36:** Análisis estadístico de la resistencia a la compresión axial con 15% de plástico PET reciclado.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MUESTRA CON 15% DE PET			
DESCRIPCIÓN	$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		
	Testigo 01	Testigo 02	Testigo 03
Asentamiento slump	3" - 4"		
Trabajabilidad	Consistencia plástica - trabajable		
Resistencia a los 7 días	91.50 kg/cm <sup>2</sup>	87.10 kg/cm <sup>2</sup>	89.20 kg/cm <sup>2</sup>
% de resistencia a los 7 días	44%	42%	43%
Resistencia a los 14 días	109.60 kg/cm <sup>2</sup>	110.30 kg/cm <sup>2</sup>	114.20 kg/cm <sup>2</sup>
% de resistencia a los 14 días	52%	53%	54%
Resistencia a los 21 días	133.50 kg/cm <sup>2</sup>	132.40 kg/cm <sup>2</sup>	129.60 kg/cm <sup>2</sup>
% de resistencia a los 21 días	64%	63%	62%
Resistencia a los 28 días	151.70 kg/cm <sup>2</sup>	147.70 kg/cm <sup>2</sup>	153.30 kg/cm <sup>2</sup>
% de resistencia a los 28 días	72%	70%	73%

Fuente: Elaboración propia – 2021.

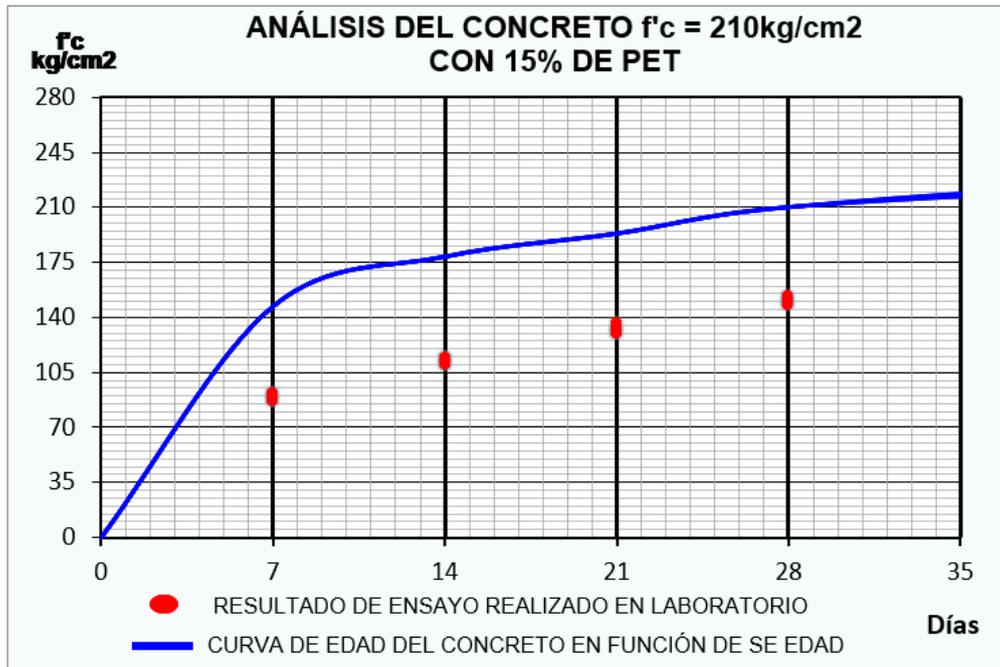


Figura 19: Curva de la resistencia a compresión axial del concreto 15% PET.  
 Fuente: Elaboración propia – 2021.

### Objetivo General:

El objetivo general de la presente tesis, fue evaluar las variaciones de las propiedades del concreto, al reemplazar proporciones de 5%, 10% y 15% de PET reciclado a un concreto patrón. Se encontró que el concreto con reemplazo del 5% de PET reciclado, mostró un mejor resultado, en la resistencia a la compresión axial; cada vez que se incrementó la proporción de PET reciclado, se obtuvo como resultado un concreto menos trabajable. De igual manera, el concreto disminuye en peso a mayor reemplazo de PET reciclado.

### Objetivo específico 01:

De las muestras fabricadas de probetas de concreto patrón como sustituto parcial del agregado, reemplazo de 5%, 10% y 15% de PET reciclado, se determinó la resistencia a la compresión axial a las edades de 7, 14, 21 y 28 días para la relación agua/cemento: 0.57.

**Tabla 37:** Análisis estadístico de la resistencia a la compresión axial – muestra de plástico PET reciclado.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )					
RELACIÓN A/C	EDAD (días)	PATRÓN + 0% PET	PATRÓN + 5% PET	PATRÓN + 10% PET	PATRÓN + 15% PET
0.57	7	185.70	156.50	122.30	91.50
		179.60	160.80	124.00	87.10
		182.90	158.70	124.60	89.20
0.57	14	197.20	184.40	157.60	109.60
		198.60	185.40	154.70	110.30
		201.50	187.20	152.20	114.20
0.57	21	207.50	199.00	171.00	133.50
		211.10	199.60	172.00	132.40
		207.60	198.90	175.20	129.60
0.57	28	245.00	229.80	189.10	151.70
		242.40	219.20	191.40	147.70
		247.40	221.20	190.60	153.30

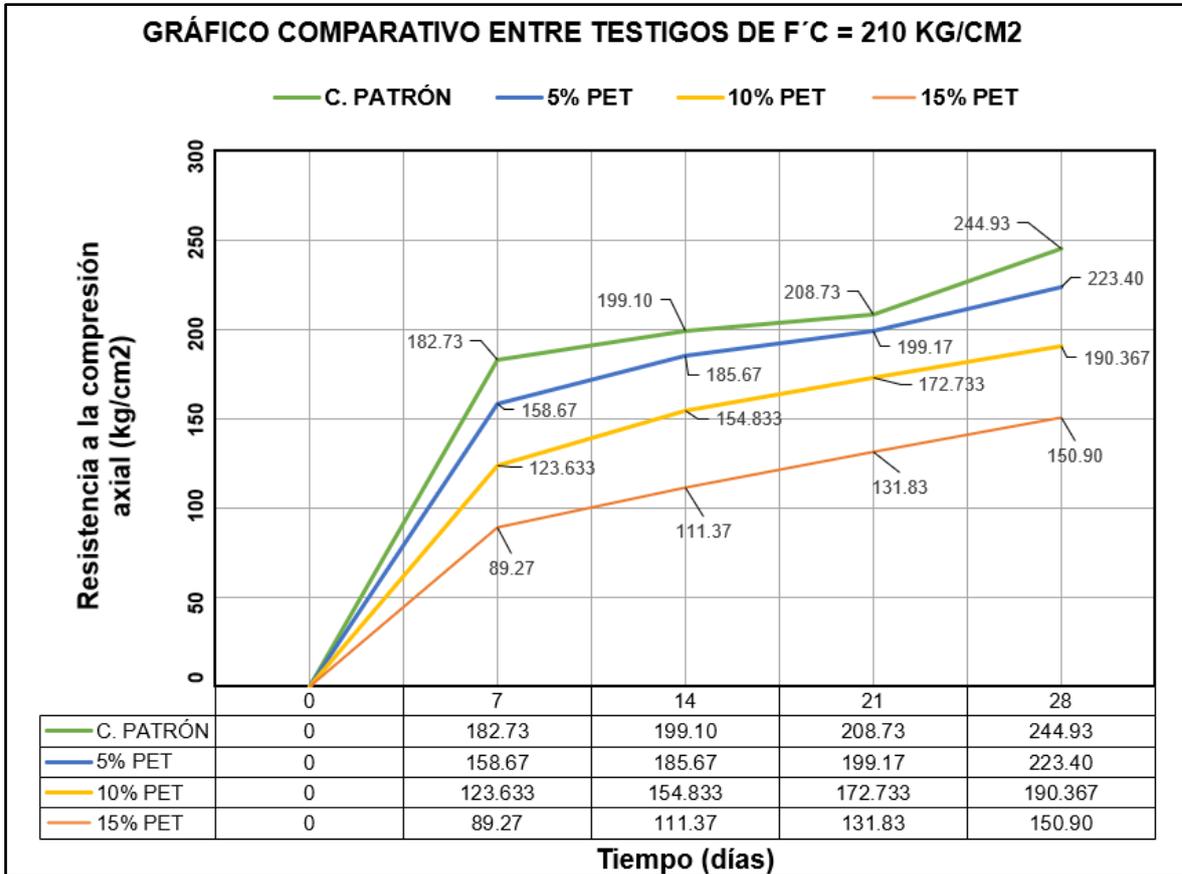
Fuente: Elaboración propia – 2021.

De la tabla 37, se obtuvo los gráficos 16, 17, 18, 19 y 20.

### Comparación entre testigos de concreto con y sin plástico PET reciclado.

Los resultados conseguidos del esfuerzo a compresión axial del concreto de la muestra patrón y de las muestras con plástico PET reciclado se encuentran en las tablas 37. Para la relación w/c de 0.57 y edades de 7, 14, 21 y 28 días, la muestra con 5% PET reciclado obtuvimos la resistencia a la compresión axial los valores: 158.13 kg/cm<sup>2</sup>, 186.68 kg/cm<sup>2</sup>, 200.45 kg/cm<sup>2</sup> y 224.22 kg/cm<sup>2</sup>, y en comparación con los valores del concreto patrón 182.45 kg/cm<sup>2</sup>, 199.87 kg/cm<sup>2</sup>, 209.28 kg/cm<sup>2</sup> y 240.55 kg/cm<sup>2</sup>, representando un 76%, 89%, 96% y 107% respectivamente, en comparación al concreto de la muestra patrón. Para la muestra con 10% PET reciclado presenta como resistencia a la compresión a los siguientes valores: 124.77 kg/cm<sup>2</sup>, 155.62 kg/cm<sup>2</sup>, 173.58 kg/cm<sup>2</sup> y 188.78 kg/cm<sup>2</sup>, y en comparación con los valores del concreto patrón 182.45 kg/cm<sup>2</sup>, 199.87 kg/cm<sup>2</sup>, 209.28 kg/cm<sup>2</sup> y 240.55 kg/cm<sup>2</sup>. Representando un 59%, 74%, 83% y 90% respectivamente, en comparación a la muestra patrón y para la muestra con 15% de PET reciclado, presenta como resistencia a la compresión axial los siguientes valores: 89.02

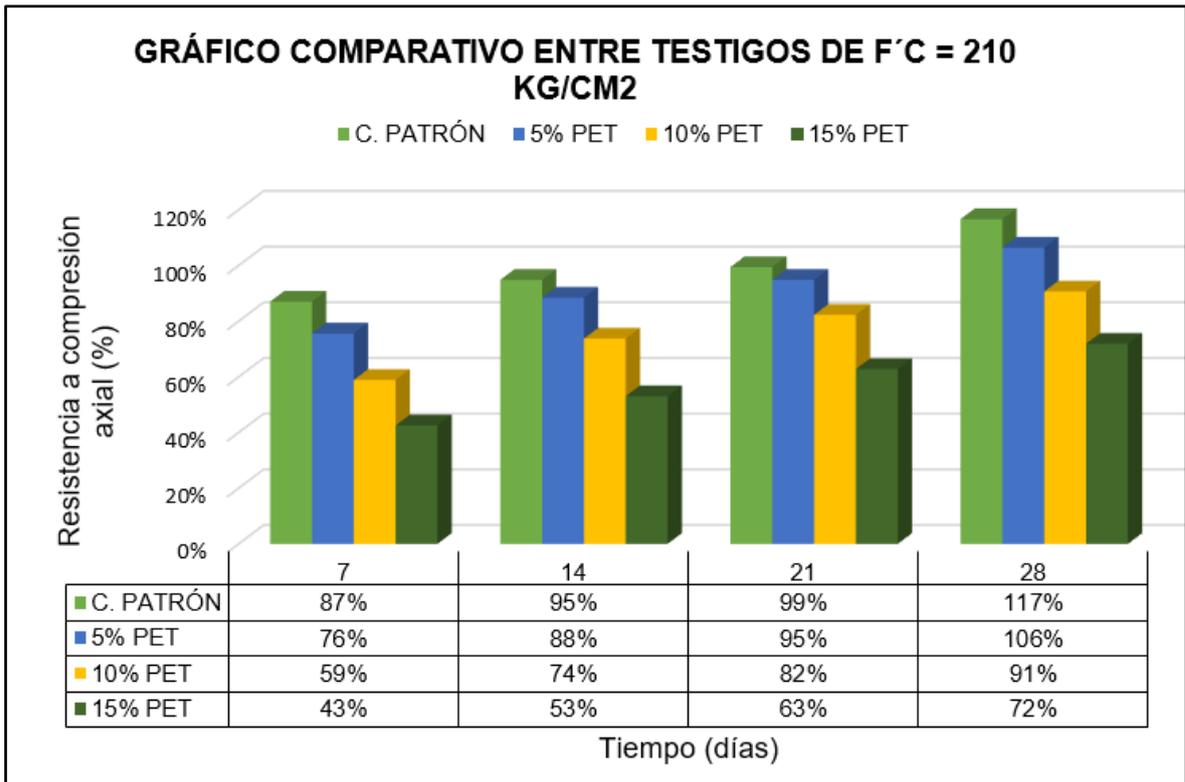
kg/cm<sup>2</sup>, 112.20 kg/cm<sup>2</sup>, 132.28 kg/cm<sup>2</sup> y 150 kg/cm<sup>2</sup>, y en comparación con los valores del concreto patrón 182.45 kg/cm<sup>2</sup>, 199.87 kg/cm<sup>2</sup>, 209.28 kg/cm<sup>2</sup> y 240.55 kg/cm<sup>2</sup>. Representado un 43%, 54%, 63% y 72% respectivamente en comparación al concreto de la muestra patrón. Ver gráfico 20.



*Figura 20:* Comparación de la resistencia a la compresión axial del concreto con relación a/c = 0.57 – muestra patrón y PET reciclado.

Fuente: Elaboración propia – 2021.

En el gráfico 20, podemos observar los resultados del ensayo de resistencia a la compresión axial del concreto. Para la relación w/c de 0.57 y a la edad de 28 días, respecto a la muestra con 5% de PET reciclado, se encuentra al 107% de su resistencia, reduciendo en un 8% a la resistencia de la muestra patrón, respecto a la muestra con 10% de PET reciclado, se encuentra al 90% de su resistencia, reduciendo en un 25% a la resistencia de la muestra patrón y respecto a la muestra con 15% de PET reciclado, se encuentra al 72% de su resistencia, reduciendo en un 43% a la resistencia a compresión axial de la muestra patrón.



*Figura 21:* Comparación de la resistencia a la compresión axial de la muestra patrón y PET reciclado.

Fuente: Elaboración propia – 2021.

### PROPIEDADES DEL FÍSICAS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

A continuación, indicaremos los ensayos realizados en concordancia establecidos en la NTP.

#### Asentamiento (NTP 339.035, ASTM)

Se mide las deformaciones que el concreto sufre, en el asentamiento o slump.

El ensayo de slump consiste en verter concreto en un molde tronco cónico, en 03 capas compactadas dando veinticinco golpes con una varilla, en cada capa, luego se procede a retirar dicho molde, para medir el asentamiento que sufrió.

#### Mezcla patrón

El ensayo del concreto patrón se realizó con relación agua/cemento: 0.57, según el diseño de mezcla se determinó el asentamiento con un rango de 3” a 4” de consistencia plástica. El valor de asentamiento se muestra en la tabla 38.

**Tabla 38:** *Asentamiento del concreto fresco – muestra patrón*

<b>RELACIÓN (a/c)</b>	<b>MEZCLA</b>	<b>SLUMP (cm)</b>	<b>SLUMP (pulg.)</b>
0.57	Patrón	8.90	3.50

Fuente: Elaboración propia – 2021.

### **Mezcla patrón con PET reciclado**

El ensayo de asentamiento de concreto se realizó con 5%, 10% y 15% de PET reciclado con una relación w/c0: 0.57, en el cual se detallan las medidas de asentamiento del concreto en su estado fresco para la muestra patrón y concreto incorporado con PET reciclado en la tabla 39.

### **Objetivo específico 02:**

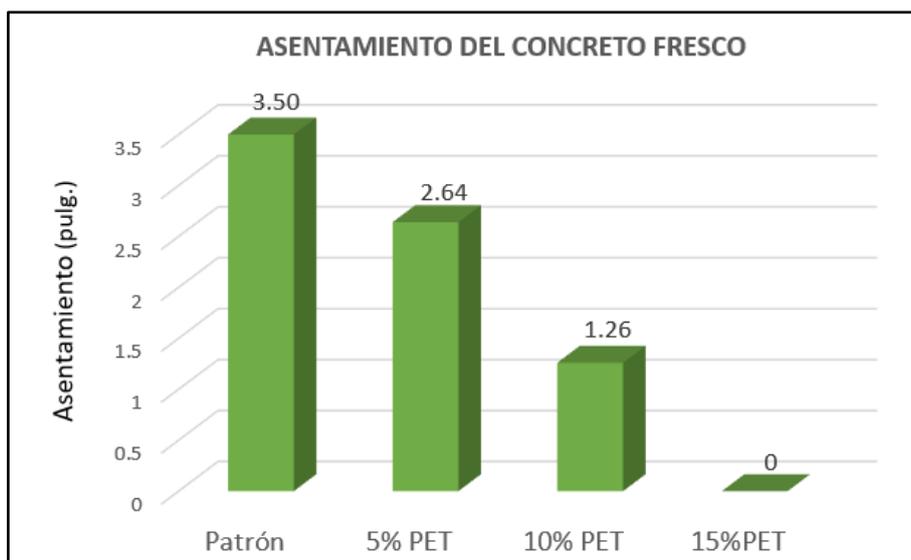
De las muestras fabricadas de probetas de concreto patrón como sustituto parcial del agregado, reemplazo de 5%, 10% y 15% de PET reciclado, se determinó el asentamiento del concreto, y obtuvimos resultados tal y como se muestran en la tabla 39 y la figura 22.

**Tabla 39:** *Análisis estadístico del asentamiento del concreto fresco – muestra patrón con PET reciclado.*

<b>RELACIÓN (a/c)</b>	<b>MEZCLA</b>	<b>SLUMP (cm)</b>	<b>SLUMP (pulg.)</b>
0.57	Patrón	8.9	3.50
	5% PET	6.7	2.64
	10% PET	3.2	1.26
	15%PET	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia – 2021.

De la tabla 39; se obtiene la figura 22.



*Figura 22: Asentamiento del concreto fresco – muestra patrón y PET reciclado*

Fuente: Elaboración propia – 2021.

**INTERPRETACIÓN:** En la figura 22, observamos los valores del asentamiento del concreto patrón y PET en estado fresco para la relación de w/c: 0.57, donde se puede observar que la muestra patrón tiene un asentamiento promedio de 3.5 mientras que la muestra con sustituto de 5% PET reciclado, tiene un asentamiento promedio de 2.64. con sustituto de 10% PET reciclado tiene un asentamiento promedio de 1.26 y con sustituto de 15% PET reciclado, no tiene asentamiento. Para la muestra patrón se observó una consistencia de buena trabajabilidad, mientras que, para las demás mezclas con PET reciclado, la consistencia de la mezcla se mostró poco trabajable.

Podemos observar que el asentamiento del concreto en estado fresco, en la muestra ensayada con 5%, 10% y 15% con PET reciclado reduce su valor en comparación a la muestra patrón.

#### **Peso unitario del concreto fresco (NTP 339.046)**

Se determinó mediante el ensayo de peso unitario del concreto en estado fresco.

#### **Mezcla patrón.**

Los resultados para el concreto patrón, se determinó según la norma NTP 339.043 y se encuentran en la tabla 40.

**Tabla 40:** Valor del peso unitario – concreto patrón

<b>RELACIÓN (W/C)</b>	<b>MEZCLA</b>	<b>PESO UNITARIO KG/M3</b>
0.57	Patrón	2293.23

Fuente: Elaboración propia – 2021.

### **Mezcla patrón con PET reciclado**

El peso unitario del concreto patrón con 5%, 10% y 15% de PET reciclado se determinó según la norma NTP 339.046. los ensayos de las diferentes mezclas de encuentran en la tabla 41.

### **Objetivo 03:**

**Determinar la influencia del plástico (PET) reciclado el peso unitario del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Huamanga, Ayacucho – 2021.**

**Tabla 41:** Análisis estadístico – muestra patrón con PET reciclado

<b>RELACIÓN (a/c)</b>	<b>MEZCLA</b>	<b>PESO UNITARIO (KG/M3)</b>	<b>VARIACIÓN RESPECTO AL CONCRETO PATRÓN (%)</b>
0.57	Patrón	2293.23	100.00
	5% PET	2223.14	96.94
	10% PET	2156.98	94.06
	15% PET	1995.23	87.01

Fuente: Elaboración propia – 2021.

De la tabla 41, se obtiene la figura 23

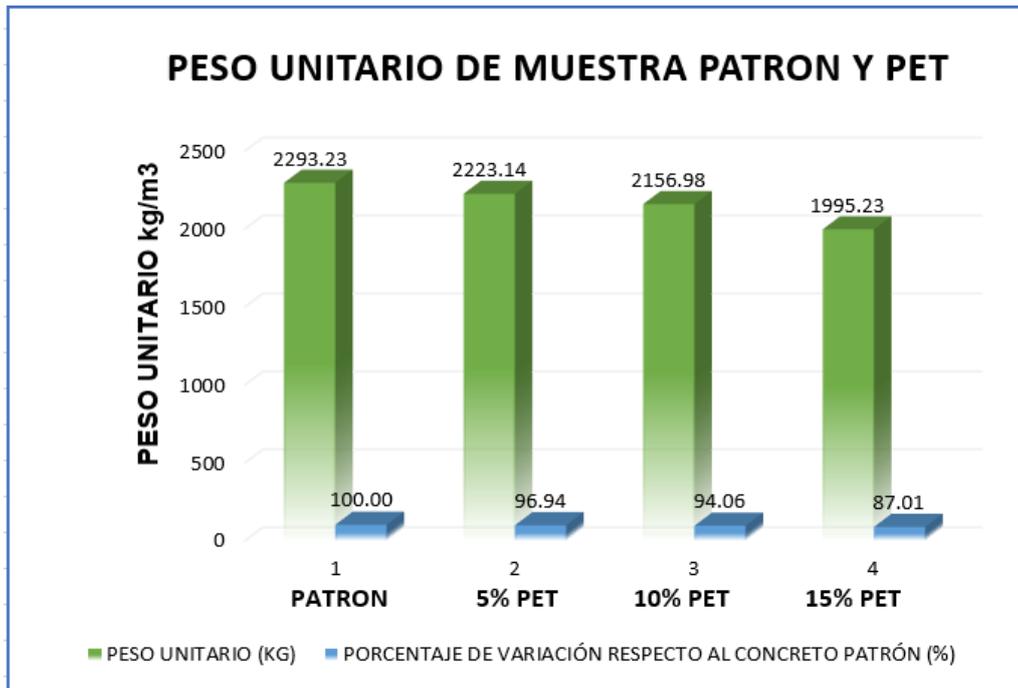


Figura 23: Peso unitario de muestra patrón y PET.

Fuente: Elaboración propia – 2021.

**INTERPRETACIÓN:** se comparó la variación en porcentajes respecto a la muestra patrón, obtenido que la mezcla de concreto patrón posee un peso unitario superior al concreto con PET reciclado en todos los casos.

Se observó que la mezcla con 5%, 10% y 15% PET reciclado, se obtuvo resultados de 2223.14 kg/m<sup>3</sup>, 2156.98 kg/m<sup>3</sup> y 1995.23 kg/m<sup>3</sup> respectivamente los cuales disminuyen su valor, en porcentajes de 3.06%, 5.94% y 12.99% respectivamente en comparación a la muestra patrón cuyo resultado fue 2293.23 kg/m<sup>3</sup> al 100%. La reducción del peso, es a causa al alto contenido de poros que genera el PET reciclado en el proceso de preparación del concreto.

## V. DISCUSIÓN:

De la tesis: elaborando mezclas de concreto utilizando plástico PET reciclado, estos plásticos obtenidos de botellas descartables de bebidas post consumo, la cual fueron trituradas por una máquina trituradora, obteniendo plásticos PET en forma de partículas irregulares con dimensiones de 0.5mm de espesor y de 1mm a 5 mm de diámetro. Con todos los materiales a disposición, se ensayaron para determinar las propiedades físicas de los agregados según la NTP. Se estudiaron las dosificaciones del concreto, empleando la relación agua/cemento (0.57) sustituyendo en tres porcentajes en peso del agregado fino (arena) por 5%, 10% y 15% de PET reciclado. Para el cálculo de la resistencia, las probetas fueron ensayadas a edades de 7, 14, 21 y 28 días. Observando el comportamiento del concreto, se comparó los valores de la muestra patrón y las muestras con 5%, 10, y 15% de PET reciclado, con los antecedentes encontrados.

De acuerdo a los resultados obtenidos del objetivo general, se verificó que la muestra con reemplazo parcial de arena en proporción de 5%, mostró un mejor resultado en las propiedades físico-mecánicas de concreto.

Quispe y Rosales (2020) en su trabajo de investigación adicionó al hormigón  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  fibras de plástico PET en proporciones de 0%, 4%, 7% y 10%, realizándose el ensayo de resistencia a la compresión axial, de testigos cilíndricos con la incorporación de fibras de plástico PET, obtuvieron un resultado de resistencia a la compresión de 194.57 kg/cm<sup>2</sup>, 177.02 kg/cm<sup>2</sup>, 170.96 kg/cm<sup>2</sup> y 166.62 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, el cual es similar a nuestro resultados obtenidos al realizar los ensayos de resistencia a compresión de testigos cilíndricos a la muestra patrón, +5% de PET, +10% de PET y +15% de PET, obtuvimos resultados de 244.93kg/cm<sup>2</sup>, 223.40 kg/cm<sup>2</sup>, 190.37 kg/cm<sup>2</sup> y 150.90 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Podemos decir que al sustituir parcialmente a la arena por el plástico PET reciclado, disminuye la resistencia a compresión progresivamente, como se puede observar a continuación en la figura 24 y 25, comparación de los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la comparación en las diferentes edades.

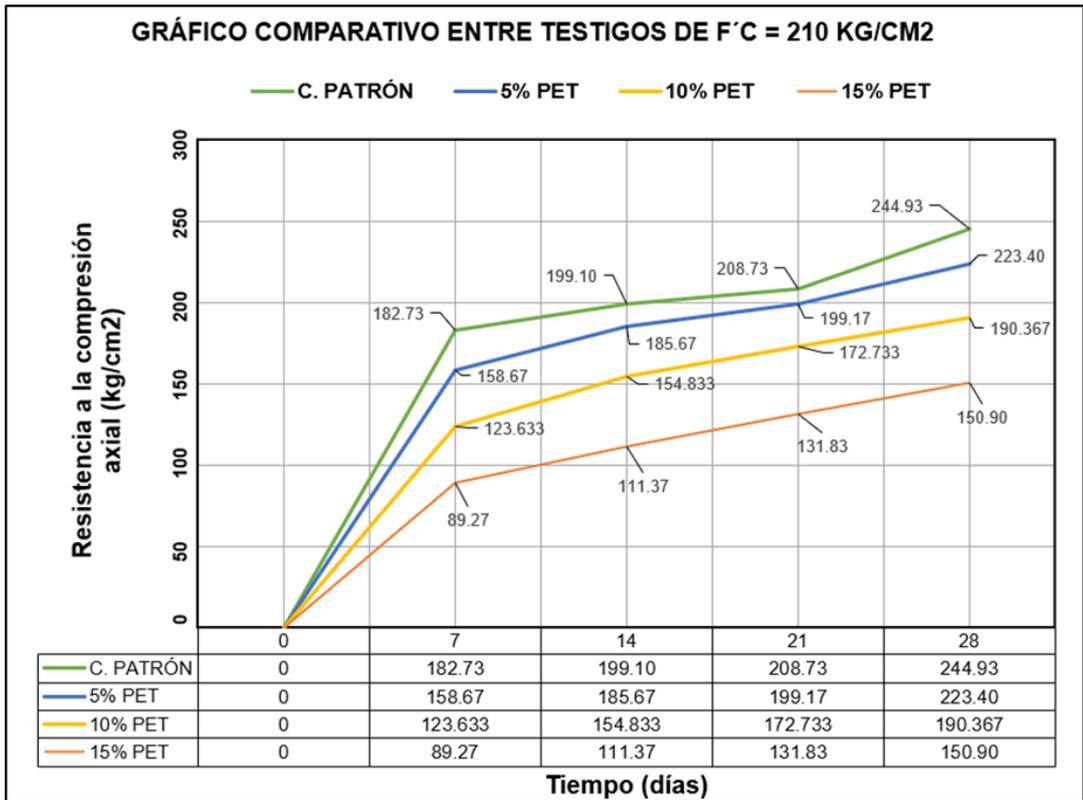


Figura 24: Comparación de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos con y sin adición de PET reciclado.

Fuente: Elaboración propia – 2021.

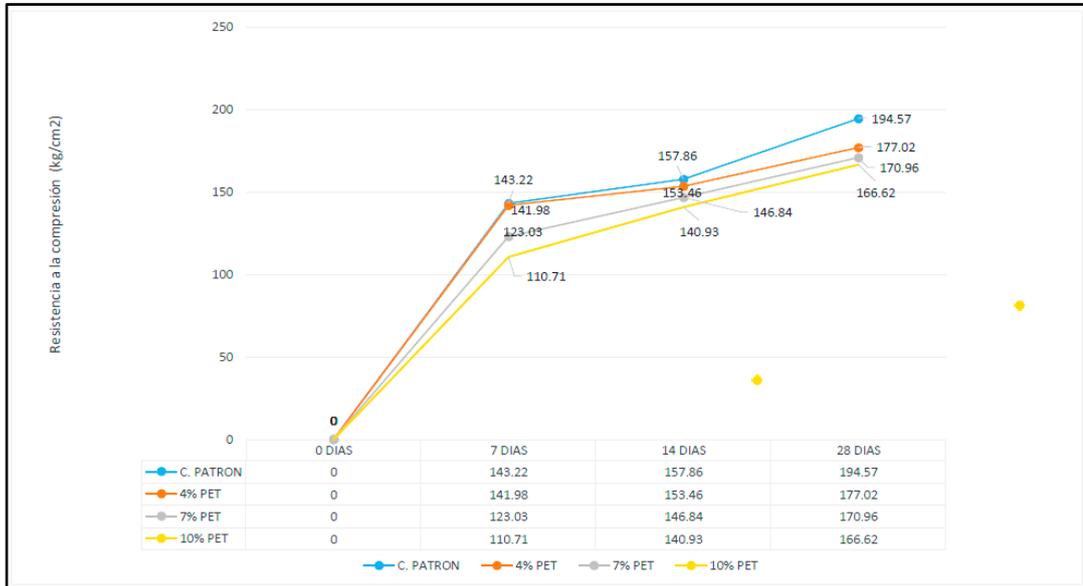
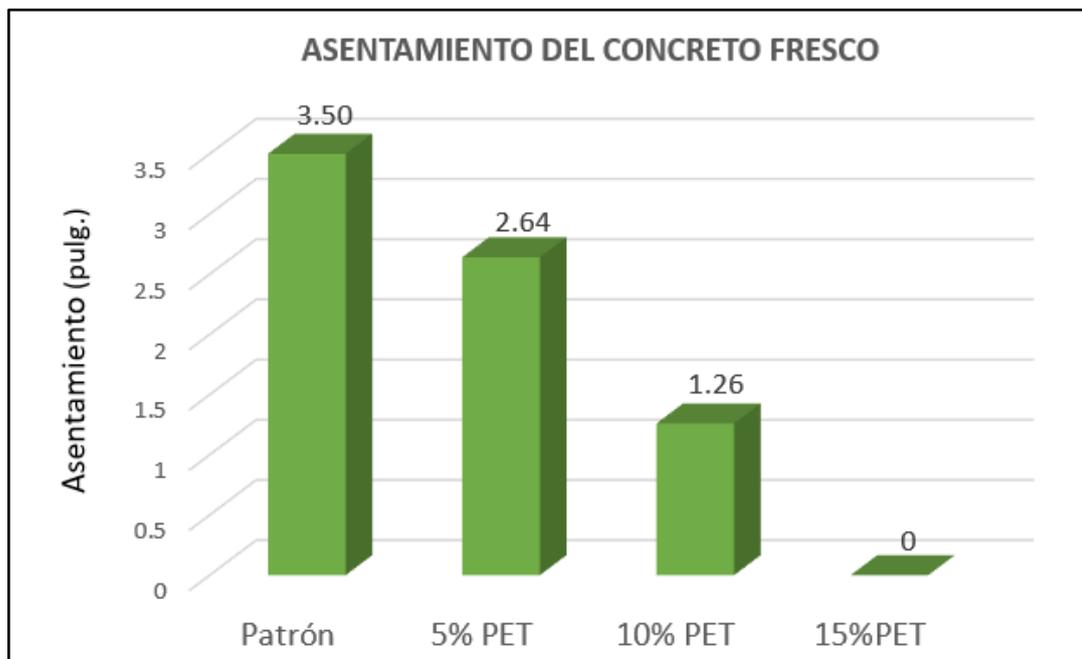


Figura 25: Comparación de la resistencia a la compresión de testigos cilíndricos sin adición y con adición de Tereftalato de Polietileno (PET).

Fuente: Quispe y Rosales (2020)

Anampa (2019) en su trabajo de investigación incorporó fibras de plástico PET en proporciones de 0%, 3.5%, 9.5% y 12.25%, realizándose el ensayo del asentamiento de concreto, se pudo apreciar asentamientos de 4", 4", 3.5" y 3.5" respectivamente, el cual es similar a nuestros resultados obtenidos. Al realizar los ensayos de asentamiento del concreto a la muestra patrón, +5% de PET, +10% de PET y +15% de PET, obtuvimos resultados de 3.5", 2.64", 1.26" y 0" respectivamente. Podemos decir que al sustituir parcialmente a la arena por el plástico PET reciclado, disminuye el asentamiento.

Teniendo en cuenta que el plástico PET reciclado por su composición y sus propiedades, tiende a absorber el agua del concreto, por lo tanto; al incorporar un mayor porcentaje de plástico PET reciclado el concreto pierde trabajabilidad.



*Figura 26:* Comparación del asentamiento del concreto fresco en los distintos porcentajes de PET reciclado.

Fuente: Elaboración propia – 2021.

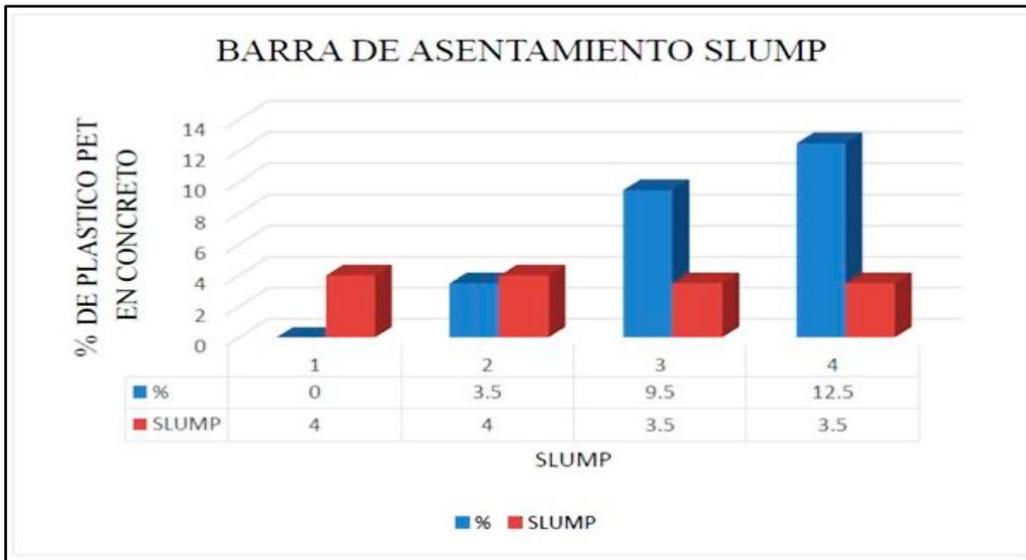


Figura 27: Barras de asentamiento slump del concreto fresco con porcentajes plástico PET.

Fuente: Anampa (2019)

Pinedo (2019) en su trabajo de investigación incorporó fibras de plástico PET en proporciones de 0%, 5%, 10% y 15%, realizándose el ensayo de peso unitario del concreto con la adición de fibras de plástico PET reciclado, se observó una variación mínima con respecto a su muestra patrón, reduciéndose el peso en 12.81 kg, 12.73 kg, 12.63 kg y 12.48 kg respectivamente, similar a los resultados que obtuvimos con los ensayos de peso unitario del concreto a la muestra patrón, +5% de PET, +10% de PET y +15% de PET, obtuvimos resultados de 2,293.23 kg/m<sup>3</sup>, 2,223.14 kg/m<sup>3</sup>, 2,156.98 kg/m<sup>3</sup> y 1995.23 kg/m<sup>3</sup> respectivamente. Podemos decir que al sustituir parcialmente a la arena por el plástico PET reciclado, disminuye el peso unitario del concreto.

## VI. CONCLUSIONES

El plástico PET reciclado influyó en la variación de las propiedades físico-mecánicas del concreto, ya que al evaluar la incorporación de plástico PET en el concreto, se obtuvo disminuciones considerables en la resistencia a la compresión axial, asentamiento y peso unitario del concreto, y a su vez pudiendo mitigar los impactos ambientales mediante el uso de materiales reciclados.

La resistencia a compresión axial con relación w/c (0.57) a la edad de 28 días, respecto a la muestra con 5%, 10% y 15% de PET reciclado se obtuvo resultados de 223.40 kg/cm<sup>2</sup>, 190.37 kg/cm<sup>2</sup> y 150.90 kg/cm<sup>2</sup> los cuales disminuyen su esfuerzo, con una medida de 8%, 25% y 43% respectivamente en comparación a la muestra patrón de 244.93kg/cm<sup>2</sup> que equivale al 100%.

El asentamiento para la relación w/c (0.57) para la muestra con 5%, 10% y 15% de PET reciclado se obtuvo resultados de 2.64", 1.26" y 0" respectivamente, los cuales disminuyen su valor, con una medida en porcentajes de 25%, 64% y 100% respectivamente en comparación a la muestra patrón 3.5".

El peso unitario del concreto con una relación de w/c (0.57) para la muestra con 5%, 10% y 15% de PET reciclado se obtuvo resultados de 2223.14 kg/m<sup>3</sup>, 2156.98 kg/m<sup>3</sup> y 1995.23 kg/m<sup>3</sup> respectivamente los cuales disminuyen su valor, con una medida de 3.06%, 5.94% y 12.99% respectivamente en comparación a la muestra patrón cuyo resultado fue 2293.23 kg/m<sup>3</sup> al 100%.

## **VII. RECOMENDACIONES**

A continuación, se da un listado de recomendaciones a partir de la experiencia de haber realizado el estudio del concreto con plásticos PET reciclados con diferentes proporciones.

Como la resistencia a la compresión axial del concreto con 5%, 10% y 15% de PET reciclado incorporado al concreto como sustituto parcial de la arena, resultó menor en comparación al concreto patrón, se recomienda realizar pruebas variando las dimensiones de las partículas y/o porcentajes del PET en porcentajes menores al 5%, con el objetivo de comprobar si existe una combinación que nos brinde mejoras en las características físicas y mecánicas del concreto.

Se recomienda que la cantera de agregados garantice con materiales de buena calidad y estos cumplan con un análisis granulométrico óptimo, de tal manera obtener resultados favorables en los ensayos de control de calidad.

Como el asentamiento del concreto fue disminuyendo, conforme se reemplazaba plástico PET reciclado en las diferentes proporciones, recomendamos utilizar un aditivo plastificante de esa manera poder mejorar la trabajabilidad del concreto.

Como el peso unitario del concreto disminuye al incorporar plástico PET reciclado, es una alternativa posible, siendo bastante ecológica, bastante liviana con una suficiente resistencia mecánica para aplicarla en la construcción de elementos no estructurales como: ladrillos para techo, adoquines para parques y jardines, ladrillos para tabiquería, etc. Además, ayudando de esta manera a minimizar el impacto ambiental, reduciendo la cantidad de botellas plásticas que actualmente se acumulan en todas partes del medio ambiente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

1. **Bui, N., Satomi, T., & Takahashi, H.** *"Recycling woven plastic sack waste and PET bottle waste as fiber in recycled aggregate concrete"*. An experimental study. *Waste Management*, 78, 79–93 : s.n., 2018. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.05.035>.
2. **Borg, R., Baldacchino, O., & Ferrara, L.** *"Early age performance and mechanical characteristics of recycled PET fibre reinforced concrete"*. *Construction and Building Materials*, 108, 29–47 : s.n., 2016. <http://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.01.029>.
3. **García, Bleguer.** *Tesis: "Reacción de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de Puno"* [1]. Universidad Nacional del Altiplano-Puno : s.n., 2017.
4. **Llontop, Carolina M. y Ruiz, Mercedes C.** *Tesis: "Mezcla con fibra de zanahoria para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón"* [2]. Universidad Ricardo Palma-Lima : s.n., 2019.
5. **Vásquez, Henry A.** *Tesis: "Resistencia del concreto de  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> con reemplazo del agregado grueso por tecnopor en 10% y 15%- Huaraz"* [3]. Universidad San Pedro-Huaráz : s.n., 2018.
6. **Cando, Luis F.** *Tesis: "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto elaborado con fibras de acero reciclado"* [4]. Universidad Central del Ecuador-Quito. : s.n., 2016.
7. **Cañette, Patricio E., Eguren, Melissa y García, María V. .** *Tesis: "Diseño y control del Hormigón Reforzado con Fibras en Uruguay"* [5]. Universidad de la República Montevideo-Uruguay : s.n., Agosto-2017.
8. **Amaya, Santiago y Ramírez, Miguel A. .** *Tesis: "Evaluación del comportamiento mecánico del hormigón reforzado con fibras"* [6]. Universidad Católica de Bogotá-Colombia : s.n., 2019.
9. **Darwish, Fujiyama y Vinicius.** *Tesis: "On the strengthening of cement Mortar by Natural Fibers"*. Universidad de Fluminense : s.n., 2015.
10. **Amrinder.** *Tesis: "Effect of fly ash and rice husk ash on strength characteristics of pavement quality concrete"*, [10]. Thapar University, Patiala : s.n., 2013.

11. **Cirelli, Antonia.** Tesis: “*Caracterizacáo de agregados de residuos de construccáo e demolicáo reciclados e a influencia de suas características no comportamento de concretos*” [12]. Escuela Politécnica de la Uni-Brasil : s.n., 2014.
12. **Crowdary, Jalin.** “*Strength studies in unconventional concrete when partially replaced with added ceramic tiles*”. 2017.
13. **Armas, Cesár H.** “Efectos de la incorporación de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico” [14]. Universidad Señor de Sipán- Chiclayo : s.n., 2016, p. Vol. 03.
14. **Thornycroft, Orr, Savoikar y Ball.** “*Performance of structural concrete with recycled plastic waste as a partial replacement for sand*”[15]. Reino Unido India) : s.n., 2017.
15. **GOLEWSKI, G. L., & SADOWSKI, T.** A study of mode III fracture toughness in young mature concret whit fly additive. [Online] 2016. [https://search.proquest.com/docview/1816099221/37AC8BE5037842F7PQ/1?acc\\_o](https://search.proquest.com/docview/1816099221/37AC8BE5037842F7PQ/1?acc_o).
16. **RUSHING, T. S., AL-CHAAR, G., EICK, B. A., BURROUGHS, J., SHANNON, J.,.** Investigation of concrete mixtures for additive. [Online] 2017. [https://search.proquest.com/docview/1868969618/A9373B2383994C2BPQ/1?acc\\_o](https://search.proquest.com/docview/1868969618/A9373B2383994C2BPQ/1?acc_o).
17. **PRABHA, Pandey y MEENU, Mishra Pande.** *Research Methodology; tools and techniques*. Primera Bridge Cente : s.n., 2015. p. 89. 978606350270..
18. **Rivva, E.** *naturaleza y materiales del concreto*. Lima : ACI, 2012.
19. **Sampieri, Fernández & Baptista.** *Metodología de la Investigación*. México : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2014.
20. **Curi Vega, Abner.** “*Determinación de la Resistencia Mecánica del Concreto Auto-construido y Pre-mezclado en la Construcción de Viviendas - Ciudad de Ayacucho*”. Ayacucho-Perú : s.n., 2017.
21. **INDECOPI AGREGADOS (NTP 400.017).** *Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados*. 2011.
22. **INDECOPI HORMIGÓN (CONCRETO) (NTP 339.088).** *agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento portland*. 2006.

23. **LÉCTOR Lafitte, Michael Anthony y VILLARREAL Barragán, Edson Jesús.** *Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de nuevo Chimbote.* Nuevo Chimbote. s.l. : s.n., 2017., 2017.
24. **INDECOPI CEMENTOS (NTP 334.009).** *cemento portland.* 2005.
25. **ambiente, CIBR medio.** [Online] 2015. <http://www.cibr.es/medio-ambiente-pet-reciclado-que-es>.
26. **Semana Sortenible.** [Online] octubre 13, 2016. <https://sostenibilidad.semana.com/negocios-verdes/articulo/plastico-pet-un-amigable-pero-no-inofensivo/36282>.
27. **Anyosa Chuchón, Saúl.** *“Determinación de la Resistencia del Concreto Simple en Tiempo Real”.* Ayacucho-Perú : s.n., 2018.
28. **Albano Laura.** *“Reutilización de residuos plásticos para la fabricación de ecoladrillos”.* Carabobo : s.n., 2014.
29. **Ministerio del ambiente.** *sexto informe de residuos solidos de la gestion del ambito municipales y no municipales.* Lima- Perú : s.n., 2013.
30. **Quispe, Nandito y Rosales, Miguel J.** *Tesis: “Evaluación de la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c = 175\text{kg/cm}^2$  con adición de tereftalato de polietileno (PET), Moyobamba – 2020”.* Universidad Cesar Vallejo-Moyobamba : s.n., 2020.
31. **Anampa, Eduardo Tito.** *Tesis: “Optimización del concreto convencional con adición de plástico reciclado PET en el AA.HH El Carmen, Huaura – Lima 2019”.* Universidad Cesar Vallejo-Lima : s.n., 2019.
32. **Pinedo, Jean R.** *Tesis: “Estudio de resistencia a la compresión del concreto  $F'c= 210\text{kg/cm}^2$ , con la adición de plástico reciclado (PET), en la ciudad de Tarapoto, 2018”.* Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto : s.n., 2018.
33. **Al-Hadithia A., Noamana A. y Moslehb W.** *Mechanical properties and impact behavior of PET fiber reinforced self-compacting concrete (SCC).* Ambar, Iraq: Composite Structures : s.n., 2019.
34. **Strong, A.** *Plastics: materials and processing.* Nueva Jersey: Pearson Prentice Hall, pp 834 : s.n., 2006.
35. **Ismail, Z., Al-Hashmi, E. .** *“Use of waste plastic in concrete mixture aggregate replacement”.* Waste Management, vol 28, n° 11, pp. 1009-1012 : s.n., 2011.

36. **Khalid F.S., Irwan J.M., Wan M.H. Ibrahim, Othman N. y Shahidan S.** *Performance of plastic wastes in fiber-reinforced concrete beams, Malasia.* Construction and Building Materials vol. 183 (2018) pp.451–464 : s.n., 2018.
37. **Kien Bui, Satomi T. y Takahashi H.** *"Recycling woven plastic sackwaste and PET bottle waste as fiber in recycled aggregate concrete".* in experimental study, Miyagi, Japón: Waste Management vol. 78 (2018) pp. 79-93 : s.n., 2018.
38. **Noriega, Fredy.** [Online] febrero 05, 2018. <https://es.scribd.com/document/370770930/El-Pastico-Antecentes#>.
39. **Aldahdooh, M. ., Jamrah, A., Alnuaimi, A., Martini, M., Ahmed, M., & Ahmed, A.** *"Influence of various plastics-waste aggregates on properties of normal concrete".* Journal of Building Engineering, 17, 13–22.: s.n., 2018. <http://doi.org/10.1016/j.jobbe.2018.01.014>.
40. **ASTM, C143.** *Método de ensayo normalizado para asentamiento de concreto de cemento hidráulico.* American Society for Testing and Materials (ASTM). 2016.

## **ANEXOS**

**Tabla: Matriz de consistencia: “Influencia del plástico PET reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  Huamanga, Ayacucho – 2021”.**

PROBLEMA GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	OBJETIVO GENERAL	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
¿Cuánto influyó el plástico PET reciclado en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ Huamanga-Ayacucho 2021?	El plástico PET reciclado influirá positivamente en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ Huamanga-Ayacucho 2021?	Evaluar la influencia del plástico PET reciclado en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Huamanga-Ayacucho-2021.	VARIABLES INDEPENDIENTES plástico PET reciclado	PROPIEDAD MECÁNICA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	ENSAYO A COMPRESIÓN	<b>1. Tipo de Investigación:</b> Aplicada debido a que se busca dar solución a un problema mediante nuevos conocimientos. <b>2. Diseño de investigación:</b> Cuasi experimental, ya que se manipularán las variables de la investigación. <b>3. Población:</b> Todos los testigos del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ <b>4. Muestras:</b> 48 probetas cilíndricas de concreto para el ensayo a la compresión axial. <b>5. Técnicas:</b> Recolección y análisis de datos. <b>6. Instrumentos:</b> Basado en el recojo de datos para el diseño de mezcla, ensayos físicos mecánicos del concreto.
				PROPIEDADES FÍSICAS	ASENTAMIENTO	ENSAYO DE ASENTAMIENTO O PRUEBA DEL CONO DE ABRAHMS	
					PESO UNITARIO	PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO	
¿Cuánto influyó el plástico (PET) reciclado en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Huamanga-Ayacucho-2021?	El plástico (PET) reciclado aumentará la resistencia a la compresión del concreto, $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Huamanga-Ayacucho-2021	Determinar la influencia del plástico PET reciclado en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Huamanga-Ayacucho-2021	VARIABLE DEPENDIENTE Propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	DOSIFICACIÓN	5%	BALANZA	
Cuánto influyó el plástico (PET) reciclado en el asentamiento del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Huamanga-Ayacucho-2021	El plástico (PET) reciclado aumentará al asentamiento del concreto, $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Huamanga-Ayacucho-2021	Determinar la influencia del plástico (PET) reciclado en el asentamiento del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Huamanga-Ayacucho-2021			10%	BALANZA	
¿Cuánto influyó el plástico (PET) reciclado en el peso unitario del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Huamanga-Ayacucho-2021?	El plástico (PET) reciclado disminuirá el peso unitario del concreto, $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Huamanga-Ayacucho-2021	Determinar la influencia del plástico (PET) reciclado el peso unitario del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Huamanga-Ayacucho-2021			15%	BALANZA	

Fuente: Elaboración propia - 2021.

**Tabla: Matriz de operacionalización de a variables**

	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
VARIABLE DEPENDIENTE	PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Lo definen las características físicas y químicas de los materiales que lo componen, para ser mejor entendidos se analizan la naturaleza del concreto.	Esta investigación determinará las propiedades con sus respectivos ensayos y comprobar su densidad, asentamiento y resistencia a compresión.	PROPIEDADES FÍSICAS	PESO UNITARIO	PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO
					ASENTAMIENTO	ENSAYO DE ASENTAMIENTO O O PRUEBA DEL CONO DE ABRAHMS
				PROPIEDAD MECÁNICA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	ENSAYO A COMPRESIÓN AXIAL
VARIABLE INDEPENDIENTE	PLÁSTICO PET RECICLADO	El PET se obtiene mediante el proceso de condensación del etilenglicol y el ácido tereftalato, es la estructura fundamental en las fibras y materiales de moldeo, que hace de este un material fuerte, ligero y transparente.	Esta investigación plantea sustituir la arena por el plástico PET reciclado, de acuerdo a sus dosificaciones y comprobar su densidad, asentamiento y resistencia a compresión.	DOSIFICACIÓN	5%	BALANZA
					10%	BALANZA
					15%	BALANZA

Fuente: Elaboración propia – 2021.



**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
 ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
 PAVIMENTOS

**ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (ASTM D 422, D 4318, D2487, D2216, D4254, D 1557)**

PROYECTO:							
TAMIZ	Abertura	PESO	PESO	PESO	PESO	PESO	PESO
ASTM	(mm)	RETENIDO (gr)					
MATERIAL							
peso seco inicial + RECIPIENTE							
peso seco lavado + RECIPIENTE							
<b>PESO RECIPIENTE</b>							
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
Nº 4	4.760						
Nº 6	3.360						
Nº 8	2.380						
Nº 10	2.000						
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.426						
Nº 50	0.297						
Nº 60	0.250						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.149						
Nº 200	0.074						
Fondo							

INGEOMAX  
 Ing. Maxwell Anthony Morote Rojas  
 CIP N° 73445  
 ESPECIALISTA EN INGENIERIA GEOTECNICA Y PAVIMENTOS

de la actualización ha fallado  
 \* complete si la licencia es válida.



**INGEOMAX**  
S.A.C.

**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

**CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216, MTC E 108-2016)**

**Proyecto:**

**ARENA**

	RECIPIENTE	N°			
1	PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr			
2	PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr			
3	PESO RECIPIENTE	gr			

**GRAVA CHANCADA**

	RECIPIENTE	N°			
1	PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr			
2	PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr			
3	PESO RECIPIENTE	gr			

  
Ing. Maxwil Anthony Merole Arias  
CIP N° 130454  
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
 ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
 PAVIMENTOS

**PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (ASTM C-29)**

**AGREGADO FINO**

**PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)**

N° DE ENSAYO		Ensayo N° 01	Ensayo N° 02	Ensayo N° 03
A	Molde			
B	Peso agregado + molde (gr)			

**PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS)**

N° DE ENSAYO		Ensayo N° 01	Ensayo N° 02	Ensayo N° 03
A	Molde			
B	Peso agregado + molde (gr)			

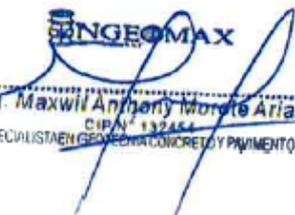
**AGREGADO GRUESO**

**PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)**

N° DE ENSAYO		Ensayo N° 01	Ensayo N° 02	Ensayo N° 03
A	Molde			
B	Peso agregado + molde (gr)			

**PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS)**

N° DE ENSAYO		Ensayo N° 01	Ensayo N° 02	Ensayo N° 03
A	Molde			
B	Peso agregado + molde (gr)			

  
**INGEOMAX**  
 Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
 CIP N° 132454  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS				
MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N° 4 (ASTM C-127)				
	IDENTIFICACIÓN	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03
1	Peso en el aire de la muestra seca			
2	Peso en el aire de la muestra SSS			
3	Peso sumergida de la muestra SSS			
4	Temperatura del agua			
MATERIAL PASANTE LA MALLA N° 4				
	IDENTIFICACIÓN	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03
1	Capacidad del picnómetro			
2	Peso de la muestra seca			
3	Peso de picnómetro con la muestra ya ag			
4	Peso de picnómetro con la muestra y ag			
5	Peso de la muestra en el SSS			

  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP N° 132454  
Especialista en SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

## **GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADO**

**Proyecto:**

**“INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PET  
RECICLADO EN LAS  
PROPIEDADES FÍSICO -  
MECÁNICAS DEL CONCRETO  
F’C=210KG/CM2 HUAMANGA,  
AYACUCHO – 2021”.**

**Ubicación:**

**AYACUCHO/ HUAMANGA / AYACUCHO**

**Fecha:**

**ABRIL**

**ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO**  
**(MTC E 204 - 2000)**

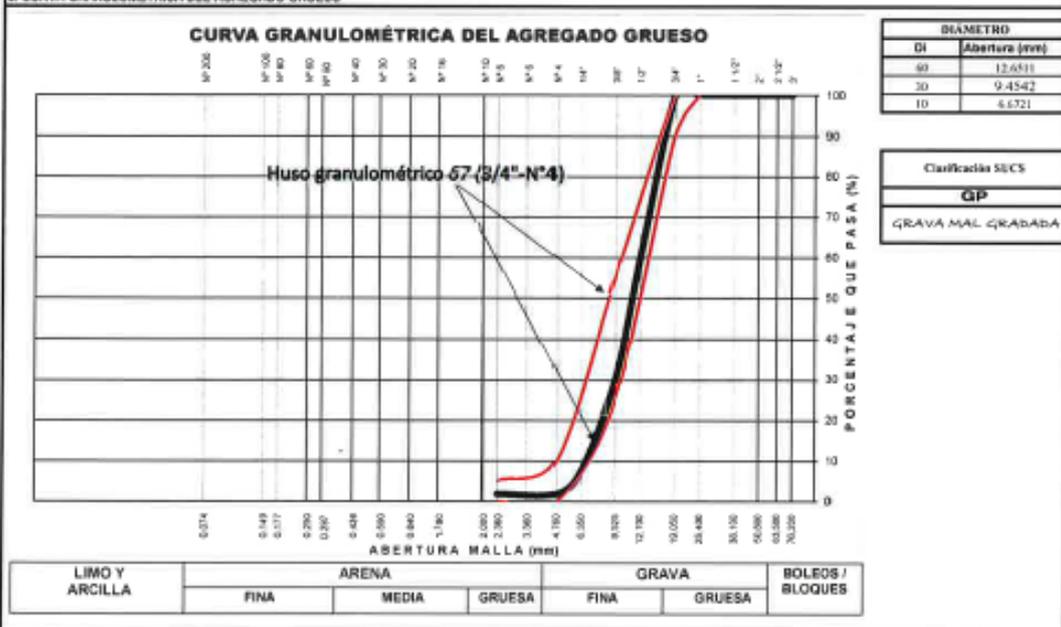
Proyecto	"Influencia del plástico PET reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto f <sub>c</sub> =210kg/cm <sup>2</sup> Huamanga, Ayacucho - 2021."		
Solicitante	ISABEL QUIBSE QUIBSE - JHAN CARLOS DE LA CRUZ SALCEDO		
Ubicación	DEPARTAMENTO: AYACUCHO	PROVINCIA: HUAMANGA	REGISTRO:
	DISTRITO: AYACUCHO	LOCALIDAD: AYACUCHO	FECHA: Mar-21

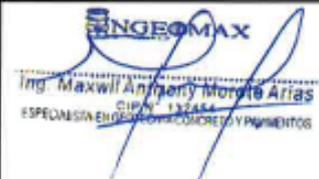
<b>1. MUESTRA</b>	<b>2. PERSONAL</b>
CANTERA: CHILICO "LA MODERNA"	OPERADOR:
MATERIAL:	ASISTENTE:

<b>3. TAMIZADO</b>	<b>4. RESUMEN</b>	
TAMIZ	DESCRIPCIÓN	VALOR
ASTM	DATOS GENERALES	

TAMIZ	Abertura (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. CUMULAD.	% QUE PASA	HLISO 67 (3/4"N°4)	DESCRIPCIÓN	VALOR
3"	76.200	-	-	-	100.00	-	Peso seco inicial	999.15
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00	-	Peso seco lavado	980.74
2"	50.800	-	-	-	100.00	-	Pérdida por lavado	9.41
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.00	-	<b>ENSAYOS ESTANDAR</b>	
1"	25.400	-	-	-	100.00	1.00	% Grava	98.12
3/4"	19.050	-	-	-	100.00	0.50	Grava gruesa-hasta (N°1 1Q)	0.00
1/2"	12.700	375.05	39.54	39.54	60.46	-	Grava fina-hasta (N°4)	98.12
3/8"	9.525	225.29	29.55	69.49	30.51	25	% Arena	0.00
1/4"	6.350	228.05	22.82	92.32	7.68	-	Arena gruesa-hasta (N°10)	0.00
N° 4	4.750	57.96	5.80	98.12	1.88	0	Arena media hasta (N°40)	0.00
N° 8	2.360	-	-	98.12	1.88	0	Arena fina hasta (N°100)	0.00
N° 10	2.000	-	-	98.12	1.88	-	% de Fines	1.88
N° 16	1.190	-	-	98.12	1.88	-	<b>COEFICIENTES</b>	
N° 20	0.840	-	-	98.12	1.88	-	Coefficiente de uniformidad (Cu)	1.90
N° 30	0.590	-	-	98.12	1.88	-	Coefficiente de curvatura (Cc)	1.06
N° 40	0.425	-	-	98.12	1.88	-	D15 (mm)	7.37
N° 50	0.297	-	-	98.12	1.88	-	D30 (mm)	11.59
N° 60	0.250	-	-	98.12	1.88	-	D65 (mm)	16.64
N° 80	0.177	-	-	98.12	1.88	-	Tamaño Máximo	3/4
N° 100	0.149	-	-	98.12	1.88	-	Tamaño Máximo Nominal	1/2
N° 200	0.075	-	-	98.12	1.88	-	Gravedad específica	2.55
Lavado	-	12.82	1.88	100.00	-	-	Módulo de Fines	6.58
TOTAL	-	999.15	100.0	-	-	-	Superficie específica (cm <sup>2</sup> /gr)	13.98

**5. CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO**



Elaborado por:	Revisado por:
	 <b>Ing. Maxwell Aníbal Morote Arias</b> CUPY 12345 ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

**ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO**

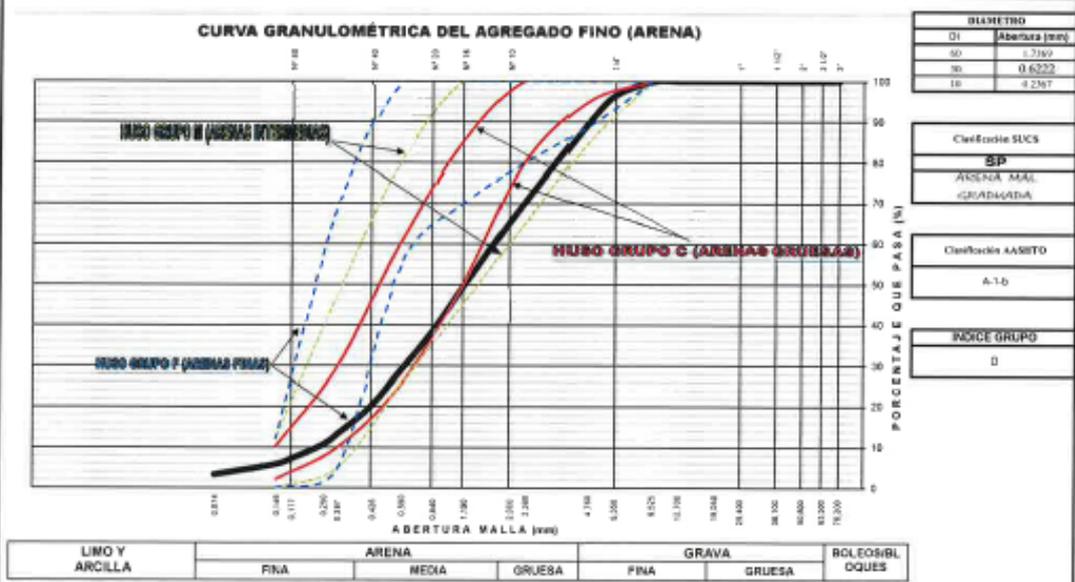
**(MTC E 204 - 2000)**

Proyecto	Influencia del pabellón PET (relacionado en las propiedades físico-mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2 Huamanga, Ayacucho - 2021 *		
Sustitución	GAREL Q U/SPE Q U/SPE	JUAN CARLOS DE LA CRUZ SALCEDO	
Ubicación	DEPARTAMENTO: AYACUCHO	PROVINCIA: HUAMANGA	REGISTRO:
	DISTRITO: AYACUCHO	LOCALIDAD: AYACUCHO	FECHA: Mar 21
ITEM:			

1. MUESTRA	2. PERSONAL
CANTERA: CHILICO 'LA MODERNA'	OPERADOR:
MATERIAL:	ASISTENTE:

TAMIZ	Abertura (mm)	RETO EN REJENO	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. LIM TOTAL	4. RESUMEN	
							DESCRIPCION	VALOR
							DATOS GENERALES	
3"	76.200	-	-	-	100.00		Peso seco inicial	778.6
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00		Peso seco lavado	752.8
2"	50.800	-	-	-	100.00		Pérdida por lavado	25.80
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.00		<b>ENSAYOS ESTANDAR</b>	
1"	25.400	-	-	-	100.00		% Grava	10.18
3/4"	19.050	-	-	-	100.00		Grava gruesa-hasta (N° 10)	0.00
1/2"	12.700	-	-	-	100.00		Grava fina-hasta (N° 20)	10.18
3/8"	9.525	1.07	0.14	0.14	99.86	100	% Arena	89.81
1/4"	6.350	25.64	3.29	3.43	96.57		Arena gruesa-hasta (N° 40)	24.70
N° 4	4.750	82.02	6.75	10.18	89.82	89	Arena media-hasta (N° 60)	45.03
N° 8	2.380	152.84	19.63	29.81	70.19	65	Arena fina-hasta (N° 100)	14.26
N° 10	2.000	193.43	5.06	34.87	65.13		% de Fines	3.31
N° 16	1.190	122.32	15.79	50.66	49.34	45	<b>COEFICIENTES</b>	
N° 20	0.840	86.81	11.09	61.75	38.25		Coefficiente de uniformidad (Cu)	7.34
N° 30	0.590	70.76	9.47	71.22	28.78	25	Coefficiente de curvatura (Cc)	0.94
N° 40	0.426	67.62	8.69	79.91	20.09		D15 (mm)	0.33
N° 50	0.297	61.82	6.66	86.56	13.44	5	D50 (mm)	1.22
N° 60	0.250	21.56	2.81	89.17	10.83		D65 (mm)	4.16
N° 80	0.177	26.30	3.46	92.83	7.17		Tamaño Máximo	10
N° 100	0.149	10.45	1.34	94.16	5.84	0	Tamaño Máximo Nominal	N° 4
N° 200	0.075	15.68	2.52	96.69	3.31		Gravedad específica	2.56
lavado	20.80		3.31	100.00	0.00		Módulo de Fines	3.43
TOTAL		718.55	100.00				Superficie específica (cm <sup>2</sup> /gr)	52.84

**5. CURVA GRANULOMETRICA DEL AGREGADO GRUESO**



Elaborado por: \_\_\_\_\_ Revisado por: \_\_\_\_\_

Ing. Maxwell Anthony Florita Andino
   
 CIP 117 013
   
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS



**INGEOMAX**  
S.A.C.

**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

**ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GLOBAL**

**(MTC E 204 - 2000)**

**Proyecto:** Influencia del plástico PET reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  Huamanga, Ayacucho - 2021.  
**Solicitante:** ISABEL QUISPE QUISPE - JHAN CARLOS DE LA CRUZ SALCEDO  
**Ubicación:** DEPARTAMENTO : AYACUCHO PROVINCIA: HUAMANGA LOCALIDAD: HUAMANGA

**REGISTRO:**  
**FECHA:** Mar-21

**ITEM:**

**1. MUESTRA**

**CANTERA:** CHILLICO "LA MODERNA"

**MATERIAL:**

**2. PERSONAL**

**OPERADOR:**

**ASISTENTE:**

**3. TAMIZADO**

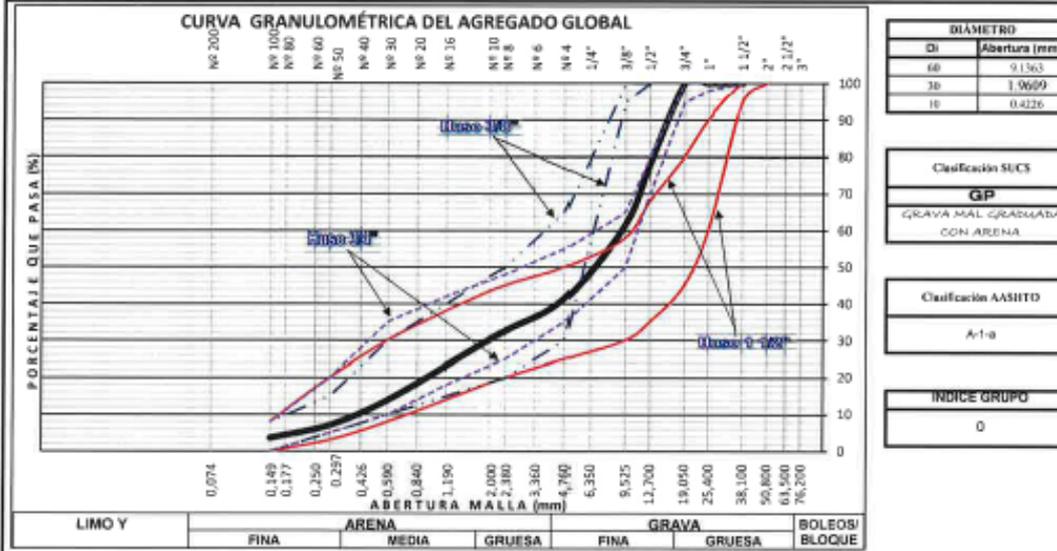
TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	% PASA (A. GRUESO)	% PASA (A. FINO)	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. PASO 1 1/2"
3"	75.000	100.00	100.00	0.0	100.00	
2 1/2"	63.500	100.00	100.00	0.0	100.00	
2"	50.800	100.00	100.00	0.0	100.00	100
1 1/2"	38.100	100.00	100.00	0.0	100.00	90
1"	25.400	100.00	100.00	0.0	100.00	60
3/4"	19.050	100.00	100.00	0.0	100.00	45
1/2"	12.700	60.46	100.00	21.7	78.25	35
3/8"	9.525	30.51	99.86	38.3	61.72	30
1/4"	6.350	7.68	96.57	52.3	47.68	-
Nº 4	4.750	1.88	89.82	58.5	41.46	25
Nº 8	2.380	1.88	70.19	67.4	32.62	20
Nº 10	2.000	1.88	65.13	69.7	30.34	-
Nº 16	1.190	1.88	49.34	76.8	23.24	14
Nº 20	0.840	1.88	38.25	81.8	18.25	-
Nº 30	0.590	1.88	28.78	86.0	13.99	8
Nº 40	0.425	1.88	20.09	89.9	10.08	-
Nº 50	0.297	1.88	13.44	92.9	7.08	8
Nº 60	0.250	1.88	10.63	94.2	5.82	-
Nº 80	0.177	1.88	7.17	95.7	4.26	-
Nº 100	0.149	1.88	5.84	96.3	3.66	8
Nº 200	0.075	1.88	3.31	97.47	2.53	-

**4. RESUMEN**

DESCRIPCION	VALOR
<b>ENSAYOS ESTANDAR</b>	
% Grava	58.5
% Arena	38.9
% de Finos	2.5
<b>CORFICIENTES</b>	
Coefficiente de uniformidad (Cu)	21.62
Coefficiente de curvatura (Cc)	1.00
D15 (mm)	0.65
D50 (mm)	6.9
D85 (mm)	14.7
Tamaño Maximo	3/4"
Tamaño Maximo Nominal	1/2"
Modulo de Fineza	5.18
<b>% segun analisis del Agregado Global</b>	
% del Agregado Grueso	58
% del Agregado fino	45

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

**5. CURVA GRANULOMETRICA DEL AGREGADO GRUESO**



DIAMETRO	
D	Abertura (mm)
60	9.1365
30	1.9699
10	0.4226

**Clasificación SUCS**  
**GP**  
GRAVA MAL GRADUADA  
CON ARENA

**Clasificación AASHTO**  
A-1-a

**INDICE GRUPO**  
0

Elaborado por: \_\_\_\_\_ Revisado por: \_\_\_\_\_

**INGEOMAX**  
 Ing. Maxwil Anthoni Monte Arias  
 C.I.R.N. : 117254  
 ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**INGEOMAX**  
S.A.C.**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS**PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (MTC E 203 - 2000)**Proyecto : "Influencia del plástico PET reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  Huamanga, Ayacucho - 2021."

Solicitante : ISABEL QUISPE QUISPE - JHAN CARLOS DE LA CRUZ SALCEDO

Ubicación: DEPARTAMENTO: AYACUCHO PROVINCIA: HUAMANGA REGISTRO:

DISTRITO: AYACUCHO LOCALIDAD: AYACUCHO FECHA: Mar-21

ITEM:

1. MUESTRA 2. PERSONAL

CANTERA: CHILICO "LA MODERNA"

MATERIAL:

OPERADOR:

ASISTENTE:

## 3. AGREGADO FINO

PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)				
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02	Ensayo Nº 03	
A Peso Molde (gr)	1,854.0	1,854.0	1,854.0	
B Peso Agregado + Molde (gr)	6,451.0	6,469.0	6,468.0	
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	4,797.0	4,613.0	4,614.0	
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2,832.0	2,832.0	2,832.0	
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,694	1,700	1,700	
<b>PROMEDIO PUSS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,698</b>			
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) MÉTODO DEL APISONADO				
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02	Ensayo Nº 03	
A Peso Molde (gr)	1,854.0	1,854.0	1,854.0	
B Peso Agregado + Molde (gr)	6,837.0	6,837.0	6,838.0	
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	4,983.0	4,983.0	4,984.0	
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2,832.0	2,832.0	2,832.0	
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,760	1,760	1,760	
<b>PROMEDIO PUCS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,760</b>			

## 4. AGREGADO GRUESO

PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)				
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02	Ensayo Nº 03	
A Peso Molde (gr)	1,854.0	1,854.0	1,854.0	
B Peso Agregado + Molde (gr)	5,855.0	5,879.0	5,890.0	
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	4,001.0	4,019.0	4,036.0	
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2,832.0	2,832.0	2,832.0	
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,413	1,419	1,425	
<b>PROMEDIO PUSS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,419</b>			
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) MÉTODO DEL APISONADO				
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02	Ensayo Nº 03	
A Peso Molde (gr)	1,854.0	1,854.0	1,854.0	
B Peso Agregado + Molde (gr)	6,109.0	6,127.0	6,106.0	
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	4,255.0	4,273.0	4,252.0	
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2,832.0	2,832.0	2,832.0	
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,502	1,509	1,501	
<b>PROMEDIO PUCS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,504</b>			

## 5. EQUIPOS DE MEDICIÓN

EQ	Balanza	Balanza	Horno	5. MOLDES DE PESO UNITARIO			
ID							

## 6. DESCRIPCIÓN DE SUELO

Elaborado por:

Revisado por:



INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP N° 138454  
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

### PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO

Proyecto	: "Influencia del plástico PET reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2 Huamanga, Ayacucho - 2021."					
Solicitante	: ISABEL QUISPE QUISPE - JHAN CARLOS DE LA CRUZ SALCEDO					
Ubicación	DEPARTAMENTO	: AYACUCHO	PROVINCIA	: HUAMANGA	REGISTRO:	
	DISTRITO	: AYACUCHO	LOCALIDAD	: AYACUCHO		
ITEM:					FECHA:	Mar-21

1. MUESTRA	2. PERSONAL
CANTERA: CHILICO "LA MODERNA"	OPERADOR:
MATERIAL:	ASISTENTE:

#### 3. AGREGADO GRUESO (MTC E 206 - 2000, NTP 400.021)

OBJETIVO: Obtención de los Pesos Específicos aparente y nominal, así como la absorción después de 24 horas de sumergidos en agua.

DEFINICIONES: En un sólido permeable, si se incluye en su volumen la parte de vacíos accesibles al agua en las condiciones que se establezcan, se define el volumen denominado aparente, si se excluye este volumen de vacíos al volumen resultante, se le denomina nominal.

IDENTIFICACIÓN		ENSAYO Nº 01	ENSAYO Nº 02	ENSAYO Nº 03	PROMEDIO
A	Peso en el aire de la muestra seca (gr)	353.74	347.87		
B	Peso en el aire de la muestra SSS (gr)	363.50	363.14		
C	Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	290.00	290.00		
	Peso Específico Aparente = A/(B-C)	2.55	2.54		2.55
	Peso Específico Aparente SSS = B/(B-C)	2.58	2.58		2.58
	Peso Específico Nominal = A/(A-C)	2.62	2.65		2.64
	% de Absorción = ((B - A)/A) x 100	1.02	1.61		1.32

#### 4. AGREGADO FINO (MTC E 205 - 2000)

IDENTIFICACIÓN		ENSAYO Nº 01	ENSAYO Nº 02	ENSAYO Nº 03	PROMEDIO
A	Peso al aire de la muestra secada (gr)	244.38	245.50		
B	Peso del Pícnometro alforado lleno de agua (gr)	657.54	650.82		
C	Peso del Pícnometro con la muestra y agua (gr)	811.73	806.16		
D	Peso de la muestra en SSS (gr)	250.30	250.85		
	Peso Específico Aparente = A/(B-C+S)	2.55	2.57		2.56
	Peso Específico Aparente SSS = S/(B-C+S)	2.60	2.63		2.62
	Peso Específico Nominal = A/(A-C+B)	2.70	2.72		2.71
	% de Absorción = ((S - A)/A) x 100	2.17	2.18		2.18

Porcentaje Retenido en la Malla Nº4 (%)	58.54
Porcentaje que pasa la Malla Nº4 (%)	41.46
<b>Gravedad específica de los sólidos</b>	<b>2.55</b>

5. EQUIPOS DE MEDICIÓN				6. CANASTILLA - FOLAS - CONO DE ABSORCIÓN		
EQ	Balanza	Balanza	Horno	Canastilla	Folas	Cono de absorción
ID						

#### 7. DESCRIPCIÓN DE SUELO

Elaborado por:	Revisado por:
	 <b>Ing. Maxwil Anthony Morote Arias</b> CIP Nº 3645 INGENIERO EN GEOTECNICA

**INGEOMAX**  
S.A.C.**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Proyecto	"Influencia del plástico PET reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ Huamanga, Ayacucho - 2021."			
Solicitante	ISABEL QUISPE QUISPE - JHAN CARLOS DE LA CRUZ SALCEDO			
Ubicación	DEPARTAMENTO	AYACUCHO	PROVINCIA	HUAMANGA
	DISTRITO	AYACUCHO	LOCALIDAD	AYACUCHO
ITEM:				

REGISTRO:	
FECHA:	Mar-21

**1. MUESTRA**

CANtera: CHILlico "LA MODERNA"  
MATERIAL :

**2. PERSONAL**

OPERADOR:  
ASISTENTE:

**3. PORCENTAJE DE VACIOS**

IDENTIFICACIÓN		Agregado Grueso	Agregado Fino
A	Peso Unitario Suelto Seco ( $\text{gr/cm}^3$ )	1,419	1,698
B	Peso Unitario Compactado Seco ( $\text{gr/cm}^3$ )	1,504	1,760
C	Gravedad Especifica de Masa	2.55	2.56
D	Peso de los Sólidos (gr)	2,947	2,560
Porcentaje de Vacios (%) Agregado suelto		44.3	33.7
Porcentaje de Vacios (%) Agregado variado		40.94	31.26

**4. CONTENIDO DE HUMEDAD, ABSORCION EFECTIVA Y HUMEDAD SUPERFICIAL**

IDENTIFICACIÓN			Agregado Grueso	
A	Peso Humedo de la muestra (gr)	gr	69.55	75.34
B	Peso Seco de la muestra (gr)	gr	67.73	72.16
C	Peso del agua en la muestra (gr)	gr	1.82	3.16
D	% de absorcion	%		2.17
Contenido de Humedad (%)		%	2.69	4.38
Contenido de Humedad (%)		%		1.62
Absorcion Efectiva (%)		%		0.66
Humedad Superficial (%)		%		-

IDENTIFICACIÓN			Agregado Fino	
A	Peso Humedo de la muestra (gr)	gr	72.30	79.26
B	Peso Seco de la muestra (gr)	gr	69.84	76.43
C	Peso del agua en la muestra (gr)	gr	2.46	2.83
D	% de absorcion	%		3.95
Contenido de Humedad (%)		%	3.52	3.70
Contenido de Humedad (%)		%		3.61
Absorcion Efectiva (%)		%		0.33
Humedad Superficial (%)		%		-

Nota: El agregado fue muestreado en cantera, cuya humedad en ese momento fue la que se determina

Elaborado por:

Revisado por:

  
Ing. Maxwil Anthony Merote Arias  
CIP N° 130454  
Especialista en SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

## **DISEÑO DE MEZCLAS**

**Proyecto:**

**“INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PET  
RECICLADO EN LAS  
PROPIEDADES FÍSICO -  
MECÁNICAS DEL CONCRETO  
F’C=210KG/CM2 HUAMANGA,  
AYACUCHO – 2021”.**

**Ubicación:**

**AYACUCHO/ HUAMANGA / AYACUCHO**

**Fecha:**

**ABRIL**



**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
 ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
 PAVIMENTOS

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLASTICA)**

**Proyecto** : "Influencia del plástico PET reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  Huamanga, Ayacucho - 2021."

**Solicitantes** : ISABEL QUISPE QUISPE - JHAN CARLOS DE LA CRUZ SALCEDO

**Ubicación** PROVINCIA: HUAMANGA

**Distrito** AYACUCHO LOCALIDAD: AYACUCHO

**ITEM:**

**REGISTRO:**

**FECHA:**

Mar-21

**1. MUESTRA**

**CANTERA:** CHILLICO "LA MODERNA"

**MATERIAL:**

**2. PERSONAL**

**OPERADOR:**

**ASISTENTE:**

**3. DATOS DE LOS AGREGADOS**

CARACTERISTICA	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
CANTERA	CHILLICO "LA MODERNA"	CHILLICO "LA MODERNA"
MATERIAL	0	0
PERFIL	ANGULAR	ZARANDEADO
PUSG (kg/m3)	1419	1698
PUCS (kg/m3)	1504	1760
PESO ESPECIFICO NOMINAL	2.55	2.56
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.64	2.71
ABSORCION (%)	1.32	2.18
HUMEDAD (%)	1.62	3.61
MODULO DE FINEZA	6.58	3.43
TAMAÑO MAXIMO	3/4 "	--
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	1/2 "	--
PUSH (kg/m3)	1442	1759

**4. DATOS DEL CEMENTO**

MARCA	ANDINO
TIPO	PORTLAND TIPO I
PESO ESPECIFICO	3.12

**5. RESISTENCIA PROMEDIO  $f_{cr}$**

RESISTENCIA DE DISEÑO $f_c$ (kg/cm2)	280	$f_{cr} =$	364 kg/cm2
RESISTENCIA DE DISEÑO $f_c$ (kg/cm2)	245	$f_{cr} =$	329 kg/cm2
RESISTENCIA DE DISEÑO $f_c$ (kg/cm2)	210	$f_{cr} =$	294 kg/cm2
RESISTENCIA DE DISEÑO $f_c$ (kg/cm2)	175	$f_{cr} =$	245 kg/cm2
RESISTENCIA DE DISEÑO $f_c$ (kg/cm2)	140	$f_{cr} =$	210 kg/cm2

**6. ASENTAMIENTO**

MEZCLA SECA	0"-2"	
MEZCLA PLASTICA	3"-4"	CONSISTENCIA 3"-4" MEZCLA PLASTICA
MEZCLA FLUIDA	>5"	

**7. CONTENIDO DE AIRE**

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	1/2 "	AIRE ATRAPADO	2.5 %
-----------------------	-------	---------------	-------

**8. VOLUMEN UNITARIO DE AGUA**

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	1/2 "		
6. ASENTAMIENTO	3"-4"	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA =	216 l/m3

**9. RELACION AGUA/CEMENTO W/C Y FACTOR CEMENTO**

$f_c$ (kg/cm2)	$f_{cr}$ (kg/cm2)	W/C	CEMENTO (kg/m3)	FACTOR CEMENTO (bl/m3)	VOLUMEN ABSOLUTO (m3)
		0.45	480.0	11.3	0.1538
		0.50	432.0	10.2	0.1385
280	364	0.49	441.9	10.4	0.1416
245	329	0.53	409.3	9.6	0.1312
210	294	0.57	377.8	8.9	0.1211
175	245	0.64	336.6	7.9	0.1079
140	210	0.70	309.9	7.3	0.0993

**INGEOMAX**  
 Ing. Maxweli Anthony Merino Arias  
 CIP N° 130454  
 CONFIRMADO EN: 02/03/2021 10:00:00 AM

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLASTICA)**

**Proyecto** : "Influencia del plástico PET reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  Huamanga, Ayacucho - 2021."

**Solicitantes** : ISABEL QUISPE QUISPE - JHAN CARLOS DE LA CRUZ SALCEDO

**Ubicación** PROVINCIA: HUAMANGA

**Distrito** AYACUCHO LOCALIDAD: AYACUCHO

**ITEM:**

**REGISTRO:**

**FECHA:**

Mar-21

**1. MUESTRA**

**CANTERA:** CHILLICO "LA MODERNA"

**MATERIAL:**

**2. PERSONAL**

**OPERADOR:**

**ASISTENTE:**

**10. SELECCIÓN DE LOS AGREGADOS**

w/c o $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	METODO A.C.I			MODULO DE FINEZA		AGREGADO GLOBAL	
	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )
0.45	0.605	0.288	0.317	0.275	0.330	0.333	0.272
0.50	0.621	0.288	0.317	0.268	0.355	0.341	0.279
280	0.617	0.288	0.317	0.268	0.350	0.340	0.278
245	0.628	0.288	0.317	0.272	0.356	0.345	0.283
210	0.638	0.288	0.317	0.253	0.384	0.351	0.267
175	0.651	0.288	0.317	0.244	0.408	0.358	0.293
140	0.660	0.288	0.317	0.237	0.423	0.363	0.297

VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR M3 DEL CONCRETO 0.487

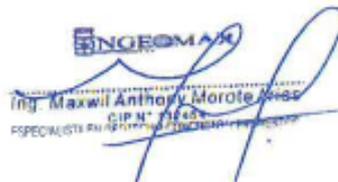
MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO 3.43

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO

1/2 "

MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS m

Durabilidad / $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	FACTOR CEMENTO (bl/m <sup>3</sup> )	m	Porcentaje de agregado fino (%)	Porcentaje de agregado grueso (%)
w/c=0.45	11.3	4.86	54.5	45.5
w/c=0.50	10.2	4.78	57.2	42.8
280	10.4	4.80	56.6	43.4
245	9.6	4.74	58.5	41.5
210	8.9	4.68	60.3	39.7
175	7.9	4.61	62.6	37.4
140	7.3	4.56	64.1	35.9



INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Jasso  
CIP N° 71644  
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA Y PAVIMENTOS

METODO DEL AGREGADO GLOBAL

% del Agregado Grueso 55.0 %

% del Agregado fino 45.0 %

**11. RESUMEN DE MATERIALES SECOS POR M3 DE CONCRETO (METODO DEL ACI)**

$f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA (lt)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
	0.45	480.0	812.4	733.0	216.0	2241.3
	0.50	432.0	812.4	733.0	216.0	2193.3
280		441.9	812.4	733.0	216.0	2203.2
245		409.3	812.4	733.0	216.0	2170.6
210		377.8	812.4	733.0	216.0	2139.2
175		336.8	812.4	733.0	216.0	2098.1
140		309.9	812.4	733.0	216.0	2071.2

**INGEOMAX**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CIMENTOS Y  
PAVIMENTOS**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLASTICA)**Proyecto : "Influencia del plástico PET reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  Huamanga, Ayacucho - 2021."

Solicitantes : ISABEL QUISPE QUISPE - JHAN CARLOS DE LA CRUZ SALCEDO

Ubicación PROVINCIA: HUAMANGA

Distrito AYACUCHO LOCALIDAD: AYACUCHO

ITEM:

REGISTRO:

FECHA:

Mar-21

1. MUESTRA

CANTERA: CHILLICO "LA MODERNA"

MATERIAL:

2. PERSONAL

OPERADOR:

ASISTENTE:

**12. RESUMEN DE MATERIALES SECOS POR M3 DE CONCRETO (METODO DEL MODULO DE FINURA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS)**

$f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA (lt)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
	0.45	480.0	843.9	701.6	216.0	2241.5
	0.50	432.0	908.5	676.5	216.0	2233.0
280		441.9	895.0	681.8	216.0	2234.7
245		409.3	910.2	693.4	216.0	2228.8
210		377.8	984.1	645.5	216.0	2223.4
175		336.8	1043.2	620.2	216.0	2216.2
140		309.9	1082.7	602.8	216.0	2211.4

**13. RESUMEN DE MATERIALES SECOS POR M3 DE CONCRETO (METODO DEL AGREGADO GLOBAL)**

$f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA (lt)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
	0.45	480.0	697.1	847.7	216.0	2240.7
	0.50	432.0	714.8	869.2	216.0	2232.0
280		441.9	711.1	884.8	216.0	2233.8
245		409.3	723.2	879.5	216.0	2227.9
210		377.8	734.8	893.6	216.0	2222.2
175		336.8	749.9	912.0	216.0	2214.7
140		309.9	759.8	924.1	216.0	2209.8

**14. RESUMEN DE MATERIALES HUMEDOS POR M3 DE CONCRETO (METODO DEL ACI)**

$f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA (lt)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
	0.45	480.0	841.7	744.8	202.1	2268.6
	0.50	432.0	841.7	744.8	202.1	2220.6
280		441.9	841.7	744.8	202.1	2230.6
245		409.3	841.7	744.8	202.1	2197.9
210		377.8	841.7	744.8	202.1	2166.5
175		336.8	841.7	744.8	202.1	2125.4
140		309.9	841.7	744.8	202.1	2098.5

INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Llorca  
CIP N° 7145  
Especialista en Geotecnia y Cimentación

**15. RESUMEN DE MATERIALES HUMEDOS POR M3 DE CONCRETO (METODO DEL MODULO DE FINURA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS)**

$f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA (lt)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
	0.45	480.0	874.3	713.0	201.7	2269.1
	0.50	432.0	941.4	687.4	200.9	2261.7
280		441.9	927.3	692.9	201.1	2263.2
245		409.3	943.1	704.6	200.8	2257.7
210		377.8	1019.6	656.0	199.9	2253.3
175		336.8	1080.8	630.3	199.1	2247.0
140		309.9	1121.8	612.6	198.6	2242.9



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALIZADA EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

### DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLASTICA)

**Proyecto** : "Influencia del plástico PET reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  Huamanga, Ayacucho - 2021."

**Solicitantes** : ISABEL QUISPE QUISPE - JHAN CARLOS DE LA CRUZ SALCEDO

**Ubicación** : PROVINCIA: HUAMANGA

**Distrito** : AYACUCHO LOCALIDAD: AYACUCHO

**ITEM:**

**REGISTRO:**

**FECHA:**

Mar-21

**1. MUESTRA**

**2. PERSONAL**

**CANTERA:** CHILLICO "LA MODERNA"

**OPERADOR:**

**MATERIAL:**

**ASISTENTE:**

### 16. RESUMEN DE MATERIALES HUMEDOS POR M3 DE CONCRETO (METODO DEL AGREGADO GLOBAL)

$f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA (lt)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
	0.45	480.0	722.2	861.4	203.4	2267.1
	0.50	432.0	740.6	883.3	203.1	2259.0
280		441.9	736.8	878.8	203.2	2260.7
245		409.3	749.3	893.7	202.9	2255.2
210		377.8	761.3	908.0	202.7	2249.9
175		336.8	777.0	926.8	202.5	2243.0
140		309.9	787.3	939.0	202.3	2238.5

### 17. RESUMEN DE MATERIALES SECOS POR M3 DE CONCRETO (REAJUSTE)

$f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA (lt)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
	0.45	480.0	770.5	774.7	216.0	2241.1
	0.50	432.0	811.7	772.8	216.0	2232.5
280		441.9	803.1	773.3	216.0	2234.3
245		409.3	816.7	786.4	216.0	2228.3
210		377.8	853.4	763.5	216.0	2222.8
175		336.8	896.5	766.1	216.0	2215.4
140		309.9	921.3	763.4	216.0	2210.6

### 18. DOSIFICACION EN PESO SECO (C:AF:AG:AGUA lt/bis)

$f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA (lt/bis)
	0.45	1.00	1.61	1.61	0.45
	0.50	1.00	1.88	1.79	0.50
280		1.00	1.82	1.75	0.49
245		1.00	2.00	1.92	0.53
210		1.00	2.27	2.04	0.57
175		1.00	2.66	2.27	0.64
140		1.00	2.97	2.46	0.70

INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
C.R.N. 132654  
PROFESIONISTA EN GEOTECNICA Y PAVIMENTOS

### 19. RESUMEN DE MATERIALES HUMEDOS POR M3 DE CONCRETO

$f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGREGADO GRUESO (kg)	AGUA (lt)	TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )
	0.45	480.0	798.3	787.2	202.6	2268.1
	0.50	432.0	841.0	785.4	202.0	2260.3
280		441.9	832.1	785.6	202.1	2261.9
245		409.3	846.2	799.2	201.9	2256.5
210		377.8	860.5	782.0	201.3	2251.6
175		336.8	926.9	778.5	200.8	2245.0
140		309.9	954.6	775.6	200.4	2240.7



**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
 ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
 FUNDACIONES

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (CONSISTENCIA PLASTICA)**

**Proyecto** : "Influencia del plástico PET reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  Huamanga, Ayacucho - 2021."

**Solicitantes** : ISABEL QUISPE QUISPE - JHAN CARLOS DE LA CRUZ SALCEDO

**Ubicación** PROVINCIA: HUAMANGA

**Distrito** AYACUCHO LOCALIDAD: AYACUCHO

**ITEM:**

**REGISTRO:**

**FECHA:**

Mar-21

**1. MUESTRA**

**CANTERA:** CHILILICO "LA MODERNA"

**MATERIAL:**

**2. PERSONAL**

**OPERADOR:**

**ASISTENTE:**

**20. DOSIFICACION EN PESO HUMEDO (C:AF:AG:AGUA l/bbls)**

$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA (l/bbls)
	0.45	1.00	1.66	1.64	17.9
	0.50	1.00	1.95	1.82	19.9
280		1.00	1.88	1.78	19.4
245		1.00	2.07	1.95	21.0
210		1.00	2.36	2.07	22.6
175		1.00	2.76	2.31	25.3
140		1.00	3.08	2.50	27.5

**21. DOSIFICACION EN VOLUMEN POR M3 DE CONCRETO**

$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	CEMENTO (bbls)	AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	AGUA de Diseño (lt)	AGUA Efectiva (lt)
	0.45	11.3	0.45	0.55	216.0	202.6
	0.50	10.2	0.48	0.54	216.0	202.0
280		10.4	0.47	0.54	216.0	202.1
245		9.6	0.48	0.55	216.0	201.9
210		8.9	0.51	0.54	216.0	201.3
175		7.9	0.53	0.54	216.0	200.8
140		7.3	0.54	0.54	216.0	200.4

**22. DOSIFICACION EN VOLUMEN (C:AF:AG:AGUA l/bbls)**

$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA (l/bbls)
Durabilidad	0.45	1.0	1.42	1.71	17.9
Durabilidad	0.50	1.0	1.66	1.89	19.9
280	Resistencia	1.0	1.61	1.85	19.4
245	Resistencia	1.0	1.76	2.03	21.0
210	Resistencia	1.0	2.01	2.15	22.6
175	Resistencia	1.0	2.35	2.41	25.3
140	Resistencia	1.0	2.63	2.61	27.5

**23. DOSIFICACION EN VOLUMEN REAJUSTE (C:AF:AG:AGUA l/bbls)**

$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Relacion agua/cem. W/C	CEMENTO	AGREGADO FINO AF	AGREGADO GRUESO AG	AGUA (l/bbls)
Durabilidad	0.45	1.0	1.4	1.7	17.9
Durabilidad	0.50	1.0	1.7	1.9	19.9
280	Resistencia	1.0	1.6	1.9	19.4
245	Resistencia	1.0	1.8	2.0	21.0
210	Resistencia	1.0	2.0	2.2	22.6
175	Resistencia	1.0	2.4	2.4	25.3
140	Resistencia	1.0	2.6	2.6	27.5

  
 Ing. Maxwell Anthony Morote Flores  
 CIP N° 4645  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNICA Y FUNDACIONES

## **CONTROL DE CALIDAD**

**Proyecto:**

**“INFLUENCIA DEL PLÁSTICO PET  
RECICLADO EN LAS  
PROPIEDADES FÍSICO -  
MECÁNICAS DEL CONCRETO  
F’C=210KG/CM2 HUAMANGA,  
AYACUCHO – 2021”.**

**Ubicación:**

**AYACUCHO/ HUAMANGA / AYACUCHO**

**Fecha:**

**ABRIL**



**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALIZADAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

CONTROL DE CALIDAD

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO**

NORMA ASTM C-31, MTC E 704 - 2016

Proyecto : "Influencia del plástico PET reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2 Huamanga, Ayacucho - 2021."

Solicitantes : ISABEL QUIISPE QUIISPE - JHAN CARLOS DE LA CRUZ SALCEDO

Responsable : ISABEL QUIISPE QUIISPE - JHAN CARLOS DE LA CRUZ SALCEDO

Muestra : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO

Fecha : ABRIL 2021

Región : AYACUCHO

Provincia : HUAMANGA

Distrito : AYACUCHO

Lugar : LABORATORIO INGEOMAX

N° Probeta	Estructura	Fecha		Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm²)	Altura testigo (cm)	Masa testigo (kg)	Lectura de Rotura (kn)	Lectura de Rotura (kg)	Resistencia testigo (kg/cm²)	Resistencia Diseño (kg/cm²)	% Resistencia Obtenida
		Moldeo	Rotura									
001	CONCRETO PATRON	06-Abr	13-Abr	15.37	185.49	30.26	12.79	338.6	34,451.31	185.70	210	88
002	CONCRETO PATRON	06-Abr	13-Abr	14.45	164.06	30.45	12.70	289.8	29,471.82	179.60	210	86
003	CONCRETO PATRON	06-Abr	13-Abr	15.46	186.23	30.24	12.63	338.3	34,420.69	182.90	210	87
004	CONCRETO PATRON	06-Abr	20-Abr	14.95	175.54	30.45	12.70	340.2	34,614.57	197.20	210	94
005	CONCRETO PATRON	06-Abr	20-Abr	15.47	187.96	30.14	12.37	366.8	37,328.80	198.60	210	95
006	CONCRETO PATRON	06-Abr	20-Abr	15.41	186.51	30.23	12.73	369.3	37,583.90	201.50	210	96
007	CONCRETO PATRON	06-Abr	27-Abr	15.01	176.95	30.32	12.89	360.9	36,716.57	207.50	210	99
008	CONCRETO PATRON	06-Abr	27-Abr	15.43	186.99	30.21	12.70	387.9	39,491.82	211.10	210	101
009	CONCRETO PATRON	06-Abr	27-Abr	15.10	179.08	30.21	12.64	365.3	37,175.74	207.60	210	99
010	CONCRETO PATRON	06-Abr	04-May	15.48	186.23	30.25	12.73	452.9	46,114.33	245.00	210	117
011	CONCRETO PATRON	06-Abr	04-May	15.01	176.95	30.23	12.13	421.3	42,869.91	242.40	210	115
012	CONCRETO PATRON	06-Abr	04-May	15.31	184.09	30.23	12.51	447.4	45,553.12	247.40	210	118

Observaciones : - Los testigos de concreto han sido preparados y curados inicialmente en obra por los solicitantes.



Ing. Maxwell Anthony Morote Jara  
CIP N. 14174  
Especialista en Ingeniería de Estructuras

RESULTADO	
CUMPLE	✓
NO CUMPLE	
OBSERVADO	



CONTROL DE CALIDAD

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO**

NORMA ASTM C-31, MTC E 704 - 2016

Proyecto : Influencia del plástico PET reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  Huamanga, Ayacucho - 2021.

Solicitante : ISABEL QUISPE QUISPE - JHAN CARLOS DE LA CRUZ SALCEDO

Responsable : ISABEL QUISPE QUISPE - JHAN CARLOS DE LA CRUZ SALCEDO

Muestra : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO

Fecha : ABRIL 2021

Región : AYACUCHO  
Provincia : HUAMANGA  
Distrito : AYACUCHO  
Lugar : LABORATORIO INGEOMAX

N° Probeta	Estructura	Fecha		Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Altura testigo (cm)	Masa testigo (kg)	Lectura de Rotura (kn)	Lectura de Rotura (kg)	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenida
		Moldeo	Rotura									
002	CONCRETO CON 5% DE PET	07-Abr	14-Abr	15.41	186.60	30.32	12.30	287.2	29,206.51	196.50	210	75
004	CONCRETO CON 5% DE PET	07-Abr	14-Abr	15.01	176.95	30.42	11.89	279.9	28,461.63	160.80	210	77
006	CONCRETO CON 5% DE PET	07-Abr	14-Abr	15.21	181.70	30.31	12.70	283.5	28,828.97	158.70	210	76
002	CONCRETO CON 5% DE PET	07-Abr	21-Abr	15.23	182.18	30.41	12.32	330.2	33,594.18	194.40	210	88
004	CONCRETO CON 5% DE PET	07-Abr	21-Abr	15.23	182.18	30.13	12.11	331.9	33,767.65	185.40	210	85
008	CONCRETO CON 5% DE PET	07-Abr	21-Abr	15.24	182.41	30.12	12.61	335.6	34,145.19	187.20	210	89
002	CONCRETO CON 5% DE PET	07-Abr	28-Abr	15.11	179.32	30.23	12.42	350.6	35,675.77	199.00	210	95
004	CONCRETO CON 5% DE PET	07-Abr	28-Abr	15.41	186.51	30.23	12.56	365.8	37,226.76	199.60	210	95
006	CONCRETO CON 5% DE PET	07-Abr	28-Abr	15.14	180.00	30.41	12.43	351.9	35,808.42	196.90	210	95
002	CONCRETO CON 5% DE PET	07-Abr	05-May	15.52	189.08	30.24	12.25	426.8	43,451.12	229.80	210	109
004	CONCRETO CON 5% DE PET	07-Abr	05-May	15.37	185.49	30.41	12.34	399.4	40,655.26	219.20	210	104
006	CONCRETO CON 5% DE PET	07-Abr	05-May	15.10	179.10	30.27	12.52	389.2	39,614.47	221.20	210	105

Observaciones : - Los testigos de concreto han sido preparados y curados inicialmente en obra por los solicitantes.

**INGEOMAX**  
ING. Maxwili Anthony Alarico Zúñiga  
CIP N° 2454  
FARMACIA EN CONTROL DE CALIDAD

RESULTADO	
CUMPLE	✓
NO CUMPLE	
OBSERVADO	

**INGEOMAX**  
S.A.C.  
INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

CONTROL DE CALIDAD

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO  
HIDRAULICO**  
NORMA ASTM C-31, MTC E 704 - 2016

Proyecto : "Influencia del plástico PET reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  Huamanga, Ayacucho - 2021."

Solicitante : ISABEL QUIISPE QUIISPE - JHAN CARLOS DE LA CRUZ SALCEDO

Responsable : ISABEL QUIISPE QUIISPE - JHAN CARLOS DE LA CRUZ SALCEDO

Muestra : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO

Fecha : ABRIL 2021

Región : AYACUCHO

Provincia : HUAMANGA

Diseño : AYACUCHO

Lugar : LABORATORIO INGEOMAX

N° Probeta	Estructura	Fecha		Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Altura testigo (cm)	Masa testigo (kg)	Lectura de Rotura (kn)	Lectura de Rotura (kg)	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenida
		Moldeo	Rotura									
002	CONCRETO CON 10% DE PET	08-Abr	15-Abr	15.01	177.00	30.42	11.85	213.1	21,845.44	122.30	210	58
004	CONCRETO CON 10% DE PET	08-Abr	15-Abr	15.42	186.75	30.23	12.12	227.9	23,155.82	124.00	210	59
006	CONCRETO CON 10% DE PET	08-Abr	15-Abr	15.35	185.06	30.42	12.12	226.9	23,053.58	124.60	210	59
002	CONCRETO CON 10% DE PET	08-Abr	22-Abr	14.65	168.56	29.45	12.02	261.3	26,563.71	157.60	210	75
004	CONCRETO CON 10% DE PET	08-Abr	22-Abr	15.48	188.23	30.25	12.13	288.3	28,114.88	154.70	210	74
006	CONCRETO CON 10% DE PET	08-Abr	22-Abr	15.39	186.00	30.46	12.35	278.4	28,308.57	152.20	210	73
002	CONCRETO CON 10% DE PET	08-Abr	29-Abr	15.12	179.51	30.62	12.32	301.8	30,696.28	171.00	210	81
004	CONCRETO CON 10% DE PET	08-Abr	28-Abr	15.33	184.60	30.54	12.21	312.1	31,747.28	172.00	210	82
006	CONCRETO CON 10% DE PET	08-Abr	29-Abr	15.07	178.34	30.49	12.33	307.1	31,237.09	175.20	210	83
002	CONCRETO CON 10% DE PET	08-Abr	06-May	15.11	179.32	30.25	11.60	333.3	33,910.50	189.10	210	90
004	CONCRETO CON 10% DE PET	08-Abr	06-May	15.04	177.66	30.23	12.12	334.2	34,002.34	191.40	210	91
006	CONCRETO CON 10% DE PET	08-Abr	06-May	15.45	187.53	30.35	12.01	351.3	35,747.20	190.60	210	91

Observaciones : - Los testigos de concreto han sido preparados y curados inicialmente en obra por los solicitantes.

  
**INGEOMAX**  
 Ing. Maxwell Anthony Morúa Arias  
 ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

RESULTADO	
CUMPLE	✓
NO CUMPLE	
OBSERVADO	



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALIDAD EN CEMENTOS, CONCRETOS Y  
PAVIMENTOS

CONTROL DE CALIDAD

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO  
HIDRAULICO**

NORMA ASTM C-31, MTC E 704 - 2016

Proyecto : "Influencia del plástico PET reciclado en las propiedades físico- mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  Huamanga, Ayacucho - 2021."

Solicitante : ISABEL QUISPE QUISPE - JHAN CARLOS DE LA CRUZ SALCEDO

Responsable : ISABEL QUISPE QUISPE - JHAN CARLOS DE LA CRUZ SALCEDO

Muestra : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO

Fecha : ABRIL 2021

Región : # REFI  
Provincia : # REFI  
Distrito : AYACUCHO  
Lugar : LABORATORIO INGEOMAX

N° Probeta	Estructura	Fecha		Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Altura testigo (cm)	Masa testigo (kg)	Lectura de Rotura (kn)	Lectura de Rotura (kg)	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenida
		Moldeo	Rotura									
002	CONCRETO CON 15% DE PET	09-Abr	16-Abr 07 días	15.22	181.89	30.42	11.79	164.1	16,645.55	91.50	210	44
004	CONCRETO CON 15% DE PET	09-Abr	16-Abr 07 días	15.51	188.98	30.07	11.32	162.2	16,451.67	87.10	210	42
006	CONCRETO CON 15% DE PET	09-Abr	16-Abr 07 días	15.44	187.11	30.38	11.89	164.5	16,686.36	89.20	210	43
002	CONCRETO CON 15% DE PET	09-Abr	23-Abr 14 días	15.26	182.80	30.39	11.94	197.3	20,033.23	109.60	210	52
004	CONCRETO CON 15% DE PET	09-Abr	23-Abr 14 días	15.12	179.62	30.41	12.07	195.1	19,608.75	110.30	210	53
006	CONCRETO CON 15% DE PET	09-Abr	23-Abr 14 días	15.48	188.08	30.61	12.15	211.5	21,482.18	114.20	210	54
002	CONCRETO CON 15% DE PET	09-Abr	30-Abr 21 días	15.42	186.65	30.34	12.05	245.2	24,920.89	133.50	210	64
004	CONCRETO CON 15% DE PET	09-Abr	30-Abr 21 días	15.09	178.95	30.64	11.98	233.1	23,688.22	132.40	210	63
006	CONCRETO CON 15% DE PET	09-Abr	30-Abr 21 días	15.64	192.17	30.53	12.13	245.1	24,910.66	129.60	210	62
002	CONCRETO CON 15% DE PET	09-Abr	07-May 28 días	15.61	191.40	30.24	10.99	285.5	29,033.05	151.70	210	72
004	CONCRETO CON 15% DE PET	09-Abr	07-May 28 días	15.24	182.49	30.20	11.97	265.1	26,951.46	147.70	210	70
006	CONCRETO CON 15% DE PET	09-Abr	07-May 28 días	14.98	176.20	30.12	12.00	265.7	27,012.68	153.30	210	73

Observaciones : - Los testigos de concreto han sido preparados y curados inicialmente en obra por los solicitantes.

**INGEOMAX**  
Ing. Maxwell Antonio Morote Jimes  
PROPIETARIO Y GERENTE GENERAL

RESULTADO	
CUMPLE	✓
NO CUMPLE	
OBSERVADO	



**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
 ESPECIALIDADES EN SUELOS, ROCCAS Y FUNDACIONES

CONTROL DE CALIDAD

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO**  
 NORMA ASTM C-31, MTC E 704 - 2016

Proyecto : "Influencia del plástico PET reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  Huamanga, Ayacucho - 2021."

Solicitante : ISABEL QUIRPE QUIRPE - JHAN CARLOS DE LA CRUZ SALCEDO

Región : AYACUCHO

Responsable : ISABEL QUIRPE QUIRPE - JHAN CARLOS DE LA CRUZ SALCEDO

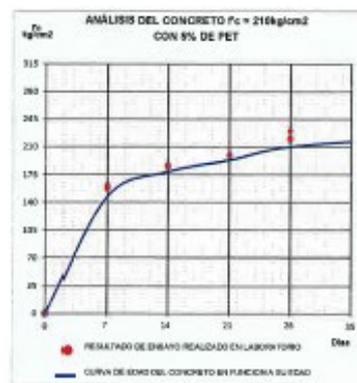
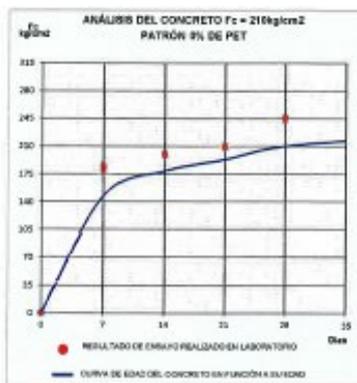
Provincia : HUAMANGA

Muestra : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO

Distrito : AYACUCHO

Fecha : ABRIL 2021

Lugar : LABORATORIO INGEOMAX



Observaciones : Los testigos de concreto han sido preparados y curados por los solicitantes.

**INGEOMAX**  
 Ing. Maxweli Antonio Alarico Arce  
 CIP 111344  
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES

RESULTADO	
CUMPLE	✓
NO CUMPLE	
OBSERVADO	



The interface displays a document preview on the left and a list of sources on the right. The document is a thesis titled "Influencia del plástico PET reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2 Huamanga, Ayacucho - 2021." from the University of César Vallejo. The source list on the right contains 9 items, with the top one being "hdl.handle.net" at 2%.

## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Influencia del plástico PET reciclado en las propiedades físico - mecánicas del concreto f'c=210kg/cm2 Huamanga, Ayacucho - 2021.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**AUTORES:**

Bach. De la Cruz Salcedo, Jhan Carlos (0000-0002-8834-1023)  
Bach. Quispe Quispe, Isabel (0000-0003-1913-5477)

**ASESOR:**

Mg. Ing. Carlos Danilo Minaya Rosario (0000-0002-0655-523X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Diseño sísmico y estructural.

Lima - Perú

Resumen de coincidencias

# 21 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	hdl.handle.net	Fuente de Internet	2 %
2	repositorio.ucv.edu.pe	Fuente de Internet	2 %
3	repositorio.uss.edu.pe	Fuente de Internet	2 %
4	www.mincetur.gob.pe	Fuente de Internet	2 %
5	cybertesis.uni.edu.pe	Fuente de Internet	2 %
6	Entregado a Universida...	Trabajo del estudiante	1 %
7	repositorio.urp.edu.pe	Fuente de Internet	1 %
8	Entregado a Universida...	Trabajo del estudiante	1 %
9	repositorio.uns.edu.pe		1 %

## PANEL FOTOGRÁFICO



*Figura:* Muestra del agregado fino y agregado grueso de la cantera “LA MODERNA- CHILLICO”

Fuente: Elaboración propia – 2021



*Figura:* Ensayo de cuarteo del agregado grueso y del agregado fino

Fuente: Elaboración propia – 2021



*Figura:* Máquina trituradora de plástico PET reciclado  
Fuente: Elaboración propia – 2021



*Figura:* Muestra de plástico PET reciclado triturado  
Fuente: Elaboración propia – 2021



*Figura:* Tamizado del plástico PET reciclado

Fuente: Elaboración propia – 2021



*Figura:* Lavado y secado del agregado grueso y fino

Fuente: Elaboración propia – 2021



*Figura: Ensayo de granulometría de los agregados*

Fuente: Elaboración propia – 2021



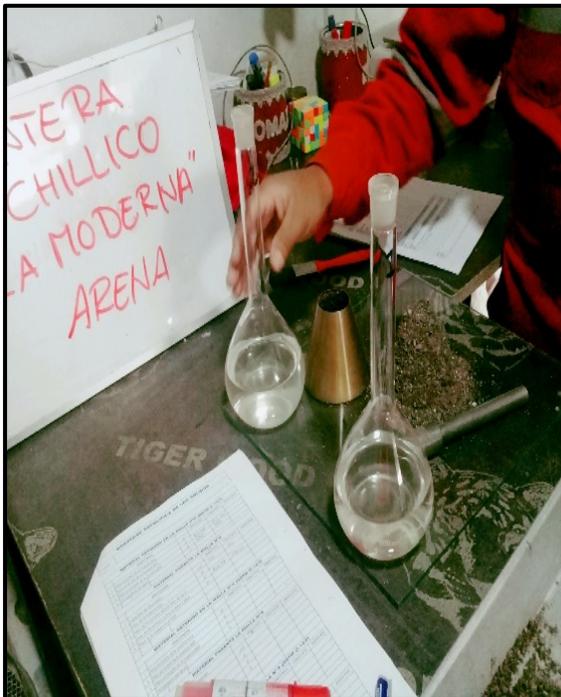
*Figura: Ensayo de PUSC y PUCS del agregado grueso*

Fuente: Elaboración propia – 2021



*Figura:* Ensayo del peso específico del agregado grueso

Fuente: Elaboración propia – 2021



*Figura:* Ensayo del peso específico del agregado fino

Fuente: Elaboración propia – 2021



*Figura:* Materiales y equipo para la preparación del concreto

Fuente: Elaboración propia – 2021



*Figura:* Preparación del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración propia – 2021



*Figura:* Prueba de slump para realizar la prueba de asentamiento

Fuente: Elaboración propia – 2021



*Figura:* Concreto en estado fresco  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración propia – 2021



*Figura:* Concreto en estado endurecido

Fuente: Elaboración propia – 2021



*Figura:* Rotura de probeta a los 7, 14, 21 y 28 días para determinar la compresión axial

Fuente: Elaboración propia – 2021



*Figura:* Probetas después de la rotura.

Fuente: Elaboración propia – 2021