



## FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“INFLUENCIA DEL PVC RECICLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETO F'C 175 KG/CM2 EN VEREDAS DE CAJAMARCA PERÚ EN EL AÑO 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil**

### **Autores:**

Wilder Paul Bardales Gutierrez  
Antonella Elizabeth Medina Saldaña

### **Asesor:**

Mg. Lic. Ing. Yvan Huaricallo Vilca  
<https://orcid.org/0000-0002-7641-0730>

Cajamarca - Perú

### JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a )	ERLYN GIORDANY SALAZAR HUAMÁN	71106769
	<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>DNI</b>

Jurado 2	FELIX ALEJANDRA VELÁSQUEZ HUAYTA	71821724
	<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>DNI</b>

Jurado 3	MARIO RENÉ CARRANZA LIZA	26602358
	<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>DNI</b>

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme fuerza y salud para llevar a cabo mis metas y objetivos.

A mis padres, Wilder y Anita, por ser motor y motivo para seguir adelante cumpliendo  
cada objetivo trazado.

A mis hermanas, por su compañía y apoyo en cada decisión en mi vida.

**Wilder Paul Bardales Gutierrez**

A Dios, por darme una vida llena de bendiciones.

A mi madre Angélica, por ser ejemplo de esfuerzo y superación. Por brindarme todo su  
apoyo y poner toda su confianza en mí.

A mamita Marina, por su paciencia infinita y su amor incondicional.

**Antonella Elizabeth Medina Saldaña**

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>JURADO EVALUADOR .....</b>	<b>2</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES .....</b>	<b>8</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1. Realidad problemática.....</b>	<b>10</b>
<b>1.2. Formulación del problema .....</b>	<b>14</b>
<b>1.3. Justificación del Estudio.....</b>	<b>14</b>
<b>1.4. Objetivos .....</b>	<b>15</b>
<b>1.5. Hipótesis:.....</b>	<b>15</b>
<b>1.6. Bases teóricas .....</b>	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>29</b>
<b>2.1. Operación de Variables .....</b>	<b>29</b>
<b>2.2. Tipo de la investigación .....</b>	<b>29</b>
<b>2.3. Participantes (Población/Muestra).....</b>	<b>30</b>
<b>2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos .....</b>	<b>30</b>
<b>2.5. Procedimiento de recolección de datos .....</b>	<b>31</b>
<b>2.6. Aspectos éticos .....</b>	<b>41</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>
<b>3.1. Contenido de humedad del agregado: NTP 339.185. ....</b>	<b>43</b>
<b>3.2. Análisis granulométrico: NTP 400.012 .....</b>	<b>44</b>
<b>3.3. Peso unitario volumétrico seco: NTP 400.017.....</b>	<b>47</b>
<b>3.4. Peso unitario volumétrico compactado: NTP 400.017.....</b>	<b>48</b>
<b>3.5. Peso específico y absorción: NTP 400.022.....</b>	<b>49</b>

3.6. Diseño de mezcla método ACI 211.....	50
3.7. Concreto fresco.....	51
3.8. Resistencia de compresión.....	52
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>61</b>
4.1. Limitaciones:.....	61
4.2. Discusión: .....	61
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>64</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>65</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>66</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>69</b>
ANEXO 01: REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DEL AGREGADO GRUESO. ....	70
ANEXO 02: PANEL FOTOGRÁFICO .....	71
Obtención de los agregados de la Cantera La Victoria. ....	71
Ensayo Contenido de humedad del agregado fino.....	71
Ensayo Contenido de humedad del agregado grueso. ....	72
Ensayo Contenido de granulometría – Agregado Grueso.....	73
Ensayo Contenido de granulometría – Agregado Fino. ....	74
Ensayo Peso Unitario suelto de agregado fino. ....	75
Ensayo Peso Unitario suelto de agregado grueso.....	77
Ensayo Peso Unitario Compactado de agregado fino.....	78
Ensayo Peso Unitario Compactado de agregado grueso. ....	80
Diseño de mezcla .....	85
Ensayo de compresión: .....	87
ANEXO 03: FORMATOS UTILIZADOS EN LOS ENSAYOS .....	88

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los agregados .....	21
Tabla 2. Granulometría del agregado fino .....	22
Tabla 3. Propiedades del PVC.....	25
Tabla 4. Ventajas y Desventajas de PVC Rígido.....	26
Tabla 5. Ventajas y Desventajas de PVC Flexible.....	26
Tabla 6. Variable dependiente.....	29
Tabla 7. Variable dependiente.....	29
Tabla 8. Cantidad de Probetas .....	30
Tabla 9. Técnica de recolección de datos .....	31
Tabla 10. Datos de la cantera La Victoria .....	32
Tabla 11. Coordenadas UTM de cantera La Victoria .....	32
Tabla 12. Coordenadas UTM de planta recicladora .....	33
Tabla 13. Coordenadas UTM de laboratorios de concreto.....	33
Tabla 14. Ensayos y laboratorios.....	43
Tabla 15. Resultados del contenido de humedad agregado fino .....	43
Tabla 16. Contenido de humedad agregado grueso .....	44
Tabla 17. Granulometría de agregado fino .....	44
Tabla 18. Granulometría de agregado grueso .....	46
Tabla 19. Peso unitario volumétrico suelto de agregado fino .....	47
Tabla 20. Peso unitario volumétrico suelto de agregado grueso.....	47
Tabla 21. Peso unitario volumétrico compactado de agregado fino. ....	48
Tabla 22. Peso unitario volumétrico compactado de agregado grueso. ....	48
Tabla 23. Peso específico y absorción de agregado fino .....	49
Tabla 24. Peso específico y absorción de agregado grueso .....	49
Tabla 25. Dosificación para resistencia de $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> .....	50
Tabla 26. Cantidad de material para 9 probetas cilíndricas ( $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> ) .....	50
Tabla 27. Cant. de material de PVC para 9 probetas cilíndricas ( $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> ).....	51
Tabla 28. Asentamiento para cada diseño ( $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> ).....	51
Tabla 29. Resultado I del ensayo a compresión.....	52
Tabla 30. Resultados del ensayo adicionando 6% de PVC reciclado .....	53
Tabla 31. Resultados del ensayo adicionando 12% de PVC reciclado .....	54
Tabla 32. Resultados del ensayo adicionando 18% de PVC reciclado .....	55
Tabla 33. Promedios de resistencias máximas alcanzadas de cada diseño .....	56
Tabla 34. Promedios en porcentaje de resistencias máximas alcanzadas.....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Reutilización y reciclaje de residuos .....	11
<i>Figura 2.</i> Generación de RSC por departamentos para el año 2007 .....	13
<i>Figura 3.</i> Requisitos granulométricos para agregado grueso.....	22
<i>Figura 4.</i> Símbolo PVC Policloruro de Vinilo .....	25
<i>Figura 5.</i> Ubicación geográfica cantera La Victoria .....	32
<i>Figura 6.</i> Ubicación geográfica Planta recicladora .....	33
<i>Figura 7.</i> Ubicación geográfica Laboratorio Kaolyn Ingenieros S.A.C. ....	34
<i>Figura 8.</i> Curva granulométrica del agregado fino .....	45
<i>Figura 9.</i> Curva granulométrica del agregado grueso .....	46
<i>Figura 10.</i> Resistencias máximas de las probetas patrón .....	53
<i>Figura 11.</i> Resistencias máximas de las probetas patrón adicionando 6% de PVC reciclado ....	54
<i>Figura 12.</i> Resistencias máximas de las probetas patrón adicionando 12% de PVC reciclado ..	55
<i>Figura 13.</i> Resistencias máximas de las probetas patrón adicionando 18% de PVC reciclado ..	56
<i>Figura 14.</i> Comparación de promedios de Resistencias máximas de todos los diseños .....	57
<i>Figura 15.</i> Comparación de Resistencias máximas de todos los diseños respecto a la edad. ....	57
<i>Figura 16.</i> Resistencias máximas alcanzadas de todos los diseños .....	58
<i>Figura 17.</i> Resistencias máx. alcanzadas en porcentaje de c/diseño. (175kg/cm <sup>2</sup> =100%).....	59

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Peso molde .....	36
Ecuación 2. El peso unitario exacto.....	36
Ecuación 3. Peso específico de masa del agregado fino .....	39
Ecuación 4. Peso específico de masa saturada.....	39
Ecuación 5. Peso específico aparente agregado fino .....	39
Ecuación 6. Absorción de agregado fino .....	39
Ecuación 7. Peso específico .....	40
Ecuación 8. Peso específico de la muestra saturada .....	40
Ecuación 9. Peso específico aparente .....	40
Ecuación 10. Absorción .....	40

## RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo determinar la influencia del plástico reciclado PVC en la resistencia a la compresión en la elaboración de concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  en veredas de Cajamarca Perú en el año 2021. Para este estudio se utilizó agregados de la cantera “La Victoria”, cemento Portland Tipo I, PVC reciclado triturado en cantidades de 6%, 12% y 18% en adición al agregado grueso; se inició realizando ensayos en laboratorios de concreto, determinando que cumplan con las normas establecidas. Seguidamente se realizó el diseño de mezcla para un  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  utilizando el método ACI para tres periodos de curado 7, 14 y 28 días de edad. Los resultados obtenidos fueron que a los 7 días la probeta patrón la resistencia promedio alcanzada fue  $183.49 \text{ kg/cm}^2$ , adicionando 6% PVC  $109.60 \text{ kg/cm}^2$ , adicionando 12% PVC  $97.23 \text{ kg/cm}^2$  y con 18% de PVC  $82.43 \text{ kg/cm}^2$ . Para un curado de 14 días la resistencia promedio alcanzada para la probeta patrón fue  $261.66 \text{ kg/cm}^2$ ; adicionando 6% de PVC fue  $199.61 \text{ kg/cm}^2$ , con 12% de PVC  $188.72 \text{ kg/cm}^2$  y con 18% de PVC  $176.61 \text{ kg/cm}^2$ . Asimismo para los 28 días de curado, para la probeta patrón su resistencia promedio fue  $300.33 \text{ kg/cm}^2$ , adicionando 6% de PVC  $221.58 \text{ kg/cm}^2$ , adicionado 12% de PVC la resistencia fue  $213.40 \text{ kg/cm}^2$  y para 18% de PVC fue  $183.91 \text{ kg/cm}^2$ . Concluyendo a los 28 días que al adicionar con 6% PVC reciclado respecto a la probeta patrón disminuye la resistencia en 26.22%, al adicionar 12% de PVC disminuye 29% y con 18% de PVC varía negativamente en 38.76%. sin embargo está sobre la resistencia diseñada ( $175 \text{ kg/cm}^2$ ).

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En la actualidad la industria de la construcción es uno de los rubros que tiene mayor importancia para el desarrollo de los pueblos, es por ello por lo que crece constantemente. La industria de la construcción es a su vez una de las actividades que más impacto provoca en el ambiente ya que genera residuos tóxicos que son considerados el mayor problema del sector construcción, así como los vertidos líquidos de productos químicos y los residuos sólidos.

Se consideran desechos o residuos de construcción y demolición aquellos que se generan en el entorno urbano y no se encuentran clasificados dentro de los comúnmente conocidos como Residuos Sólidos Urbanos (residuos domiciliarios y comerciales), ya que su composición es cuantitativa y cualitativamente distinta. Se trata de residuos, básicamente inertes, constituidos por tierra y áridos mezclados, piedras, restos de hormigón, cerámicas, ladrillos, vidrios, plásticos, yesos, acero de refuerzo, maderas, tuberías, papeles y cartones, etc. La costumbre alrededor de este tema ha sido, que estos desechos en su gran mayoría sólidos se consideran parte de la basura del proyecto y son desechados y sacados del mismo sin recibir tratamiento previo ni importar su disposición final, o se queman en el mismo proyecto produciendo emisiones perjudiciales para el ambiente incrementando además los riesgos de incendio. (Leandro Hernández, 2007, pág. 2)

Por otro lado, para latinoamérica, Residuos Profesional (2016) afirma que:

Establecer las bases para el desarrollo del programa de gestión de residuos de la Alcaldía de Bogotá, y ha consistido en el asesoramiento técnico y la implementación del programa “Escombros Cero”.

El proyecto incluye una propuesta de dimensionamiento y diseño de las plantas de tratamiento de residuos de construcción y demolición previstas en el Plan; la formación de técnicos de la Alcaldía en mecanismos de seguimiento, control y vigilancia del Plan; la realización de visitas técnicas a plantas de tratamiento de escombros ubicadas en la provincia de Barcelona; la formulación de recomendaciones técnicas y administrativas para la licitación de las plantas de tratamiento de

escombros, y la asistencia técnica en materia de mecanismos económicos y fiscales que puedan contribuir a la implementación del Plan. (pág. 1).

Según Campos (2017) afirma que:

En Perú se manejan los residuos de construcción mediante empresas autorizadas. Durante la etapa constructiva se generarán residuos de las actividades humanas y por los materiales de construcción residuales, para ambos casos se debe contar con una empresa que se encargue de la adecuada disposición de dichos residuos, considerando que la infraestructura no está lista para almacenarlos, en toda la etapa que dure la obra. Una empresa certificada, separará los residuos sólidos generados, y llevará a cabo acciones de segregación, con el objetivo de que los residuos puedan ser reciclados a través de una Empresa Comercializadora de Residuos Sólidos (EC-RS), autorizada por DIGESA, siempre y cuando la generación de estos residuos sea elevada. Los residuos que presentan potencial para la reutilización o reciclaje, a través de empresas autorizadas, son los siguientes (pág. 11)

TIPO DE RESIDUO	TRATAMIENTO
Residuos Metálicos	Reutilización o Reciclaje (EC-RS)
Aceites Residuales	Reciclaje (EC-RS)
Lubricantes	Reciclaje (EC-RS)
Papeles y cartones	Reciclaje (EC-RS)
Plásticos	Reutilización o Reciclaje (EC-RS)
Vidrios	Reciclaje (EC-RS)
Metales, latas	Reutilización o Reciclaje (EC-RS)

*Figura 1.* Reutilización y reciclaje de residuos

Según el Ministerio del Ambiente (2021):

Para asegurar la política nacional del ambiente es necesario la implementación de

instrumentos de planificación ambiental nacional de largo plazo. Por ello, mediante el Decreto Supremo n.º 004-2011-MINAM, se aprobó el Plan Nacional de Acción Ambiental 2011-2021 - PLANAA. Este documento establece la Meta 2. Residuos sólidos, que tiene una meta prioritaria: 100 % de residuos sólidos del ámbito municipal son manejados, reaprovechados y dispuestos adecuadamente. Otro instrumento de planificación y gestión ambiental es la Agenda Nacional de Acción Ambiental - Agenda Ambiente 2015-2016, la cual establece objetivos y cada uno de los cuales contiene actividades, indicadores y productos que son importantes oportunidades para lograr el desarrollo sostenible nacional.

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en concordancia con la Ley General de Residuos Sólidos, es competente para normar, evaluar, supervisar, fiscalizar y sancionar la gestión y manejo de los residuos sólidos de construcción y demolición, sin perjuicio de las competencias y funciones ejercidas por otras instituciones. Por ello, VIVIENDA, en fecha 7/2/2013, aprobó el Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición mediante el Decreto Supremo n.º 003-2013-VIVIENDA. • En el marco del Plan de Incentivos a la Mejora de la Gestión y Modernización Municipal del año 2013, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento ¿Qué hace el Estado sobre la gestión de los residuos de la construcción y demolición? estableció la meta 9 “Identificación, cuantificación y clasificación de los residuos de la construcción y la demolición depositados en espacios públicos” y la meta 32 “Plan de Gestión de Residuos de la Construcción y Demolición depositados en espacios públicos y de obras menores” (Decreto Supremo n.º 002-2013- EF), y para el año 2014 se estableció la meta 39, con la finalidad de contribuir a la mejora de la gestión de los RCD de obras menores en el ámbito municipal; para ello, las municipalidades postulantes tipo B presentaron el diagnóstico de residuos sólidos de las actividades de construcción y demolición depositados en espacios públicos y de obras menores. Esta actividad estuvo a cargo de la Oficina de Medio Ambiente del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (pág. 20)

En Cajamarca el enfoque a este ámbito del reciclaje es deficiente, debido a los vacíos legales existentes. Dada esa circunstancia, no se puede aprovechar correctamente los residuos de las construcciones, ya que, un buen porcentaje de residuos pertenece a el plástico PVC, que se puede aprovechar en las mismas construcciones. En el año 2007

se tuvo una producción Nacional de Residuos Sólidos de la Construcción igual a: 5 663,062 TM; distribuidos por departamentos de la siguiente manera (Ministerio del Ambiente, 2021)

Nº	DEPARTAMENTO	POBLACIÓN 2007	PRODUCCION DE RSC (TM/AÑO)
1	Amazonas	421,064	52,757
2	Ancash	1 123,070	339,826
3	Apurímac	452,595	76,426
4	Arequipa	1 232,625	427,042
5	Ayacucho	669,184	93,281
6	Cajamarca	1 468,401	182,809
7	Cusco	1 265,790	209,909
8	Huancavelica	483,034	101,376
9	Huánuco	789,694	62,314
10	Ica	719,161	53,233
11	Junín	1 241,400	147,564
12	La Libertad	1 663,699	178,912
13	Lambayeque	1 179,385	222,102
14	Lima	9 324,567	2 098,562
15	Loreto	955,303	220,461
16	Madre de Dios	95,742	11,996
17	Moquegua	172,127	40,367
18	Pasco	288,233	99,147
19	Piura	1 762,021	127,664
20	Puno	1 345,750	316,812
21	San Martín	723,895	367,377
22	Tacna	296,588	137,040
23	Tumbes	207,143	33,880
24	Ucayali	434,836	62,203
	<b>TOTAL</b>		<b>5 663,062</b>

Figura 2. Generación de RSC por departamentos para el año 2007

Una de las causas de dicho problema puede llegar a ser los vacíos legales.

Según el Ministerio del Ambiente (2008) afirma que:

“El sector vivienda, construcción y saneamiento tiene una debilidad institucional en el sentido que aún hay un vacío legal para obligar a sus administrados a remitir información o declaraciones de manejo de residuos directamente al sector”. (pág. 14)

Por otro lado, otra causa puede ser la formalización y capacitación de recicladores, Según OEFA (2014) afirma que:

“De las municipalidades provinciales supervisadas en el departamento de Cajamarca, el 8% (1/13) promueve la formalización de los recicladores en el distrito” (pág. 57)

Como consecuencia a este problema, generamos un impacto ambiental grande, explotando un material escaso. Según el Instituto Superior del Medio Ambiente (2018) afirma que:

Una gestión adecuada de los residuos de la construcción y demolición y de los materiales reciclados, que incluya una manipulación correcta de residuos peligrosos,

puede suponer grandes beneficios en cuanto a la sostenibilidad y la calidad de vida, además de económicos. De esta manera y teniendo en cuenta el concepto y apostando por una economía circular, el reciclaje y valorización de los RCD disminuiría el consumo de áridos naturales y el consiguiente impacto ambiental y consumo de energía en su extracción y elaboración. (pág. 1)

El aporte que buscamos con nuestra investigación es dar una opción en cuanto al uso de los residuos generados en una construcción, específicamente usando el plástico PVC reciclado, añadiendo este mismo al concreto simple y así poder dar una solución práctica a la falta de lugares adecuados para tirar dichos materiales. Por otro lado buscamos incitar a desarrollar y difundir guías sobre la clasificación de residuos y demolición en construcciones.

Frente al contexto existente, se formula la siguiente pregunta de investigación:

## 1.2. Formulación del problema

Problema general:

¿Cómo influye el plástico PVC reciclado en la resistencia a la compresión de concreto  $175 \text{ kg/cm}^2$  en veredas de Cajamarca Perú en el año 2021?

Problemas específicos:

- ¿Cómo se realiza un diseño de mezclas con resistencia a la compresión de concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ?
- ¿Existe variación en la resistencia a la compresión de concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , adicionando plástico reciclado PVC, en 6%?
- ¿Existe una variación en la resistencia a la compresión de concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , adicionando plástico reciclado PVC, en de 12%?
- ¿Existe una variación en la resistencia a la compresión de concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , adicionando plástico reciclado PVC, en de 18%?

## 1.3. Justificación del Estudio

### Justificación Metodológica:

En esta investigación permitirá que por medio de los resultados conseguidos la prueba de resistencia a compresión, donde se podrá contribuir a la mejora de algunas

de las propiedades o caracteres del concreto.

#### **Justificación Ambiental:**

Esta investigación tiene por particularidad de aspecto ambiental por que se aprovechará el plástico obtenido de residuos de obras de construcción, en las calles de la ciudad de Cajamarca y en algunos puntos de venta de PVC donde también quedan desperdicios por roturas de materiales y defectos de fabricación, siendo un factor contaminador del medio natural.

#### **Justificación Práctica:**

Mediante los procesos seguidos, los cuales podemos encontrar en los protocolos o guías, podemos dar un uso práctico a los residuos que normalmente desechamos, sin ocasionar una disminución de la resistencia o arruinar la trabajabilidad del mismo.

### **1.4. Objetivos**

Objetivo general:

Determinar la influencia del plástico reciclado PVC en la resistencia a la compresión en la elaboración de concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  en veredas de Cajamarca Perú en el año 2021.

Objetivos Específicos:

- a) Realizar un diseño de mezclas con resistencia a la compresión de concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  con una consistencia fluída para el clima de Cajamarca.
- b) Determinar la variación en la resistencia a la compresión de concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , adicionando plástico reciclado PVC en 6% en base al agregado grueso.
- c) Determinar la variación en la resistencia a la compresión de concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , adicionando plástico reciclado PVC en 12% en base al agregado grueso.
- d) Determinar una variación en la resistencia a la compresión de concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , adicionando plástico reciclado PVC en 18% en base al agregado grueso.

### **1.5. Hipótesis:**

Dado a que es una investigación experimental, se ha planteado la siguiente hipótesis:

La adición de plástico reciclado PVC en 6%, 12% y 18%, incrementará progresivamente la resistencia a compresión de concreto  $f_c=175\text{kg/cm}^2$ , y será una alternativa a la realización de veredas, ya que cumpliría con las normas establecidas.

### **Antecedentes**

#### a) Internacionales:

- Di Marco Morales (2015) en su investigación “Diseño y elaboración de un sistema de adoquines de bajo costo y material reciclado para construcciones en núcleos rurales” tuvo como objetivo obtener productos ecológicos, livianos, de bajo costo y de mejor aislación térmica en comparación con objetos tradicionales. Asimismo, usaba como instrumento a fichas de observación, usando materiales como máquina para ensayos de flexión de los adoquines.

Lograron obtener como resultado que el módulo de rotura ( $M_r$ ) más alto que se alcanzó con las pruebas realizadas a los adoquines con material reciclado, estuvo alrededor de 6,4 Mpa (900 psi), con una adición entre el 20 y el 25% de PET; sin embargo, el porcentaje de PET más representativo en la mezcla y que cumple con todas las especificaciones es del 35%, representando una notable disminución en la arena que se requería para su elaboración; este ahorro de materia prima (arena) prolonga la explotación de las canteras naturales y se concluyó que la fabricación de PET demandaba un consumo energético que puede ser recuperado reutilizando dicho material en lugar de descartarlo en botaderos o rellenos sanitarios.

Asimismo, ésta investigación nos aportó información sobre algunos rangos porcentuales (%) que debemos tener en cuenta al agregar el plástico PVC reciclado, por otro lado, logramos conseguir un aporte predictivo en cuanto a los resultados que esperamos, ya que al reemplazar los áridos (arena) por el material PET usado, disminuyó su módulo de rotura de un 35% al 25%, obteniendo una diferencia significativa del 10%.

▪ Ortiz Urquijo & Duran Moreno (2019) en su investigación “Evaluación del comportamiento de residuos PVC utilizados como reemplazo parcial de agregados en concreto hidráulico” cuyo objetivo fue analizar el comportamiento del concreto hidráulico con reemplazo parcial del agregado pétreo por residuos procesados de PVC (Policloruro de vinilo). Por otro lado, la técnica o método que usó fue por

medio de fichas documentadas o protocolos, mediante los cuales se pudieron llegar a los resultados obtenidos, los mismos que fueron; la resistencia a compresión y a la flexión de la mezcla alternativa con PVC se reduce 14.79% y un 10.74% respectivamente en comparación a la del concreto tradicional, a lo que se concluyó que la incorporación de residuos procesados de PVC (Policloruro de vinilo) en reemplazo parcial del agregado grueso, tuvo efecto positivo ya que dicha mezcla cumplió con la resistencia que se esperó, la cual era de 4000 psi para el desarrollo de la investigación, mostrando una buena interacción entre el residuo de PVC y los demás componentes de la mezcla y un buen comportamiento mecánico que permite implementar dicha mezcla en pavimentos de concreto hidráulico.

b) Nacionales/Locales:

- Parra Nauca (2019) en su investigación llamada “Aplicación del plástico reciclable en la mezcla de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  para verificar su influencia en la resistencia a compresión”, ha tenido como objetivo diseñar una mezcla de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  utilizando plástico reciclable para verificar su influencia en la resistencia a compresión. Por otro lado, la técnica o método que usó para cumplir con su objetivo fue mediante fichas técnicas, las cuales fueron protocolos a seguir para obtener los resultados que fueron los siguientes: se obtuvo por metro cubico la variación de plástico reciclado de alta densidad al 6%(17.6 Kg/m<sup>3</sup>), 12%(35.1 Kg/m<sup>3</sup>) y 18%(52.7 Kg/m<sup>3</sup>), donde se elaboraron 36 probetas, 9 para el mezcla patrón, 9 para el diseño patrón con plástico triturado por cada variación de plástico de alta densidad propuesto en la investigación. Asimismo, se concluyó que la aplicación del plástico triturado de alta densidad en el concreto no sea utilizada en ninguna construcción estructural (vigas, losas, columnas, zapatas, etc.) ya que con los resultados obtenidos no cumplen con las normas requeridas. Que se debería emplear en prototipos con los usos del concreto (mesas, banca y ladrillo) se debería estudiar en porcentajes menores planteados en esta investigación.

La investigación ya mencionada nos aportó una idea de los rangos en los cuales debemos aplicar el PVC reciclado. Por otro lado, nos brindó el aporte predictivo mediante la conclusión de no usar dicho concreto en elementos estructurales.

- Astopilco Valiente (2015) en su investigación “Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de Unidades de Ladrillos de Concreto y Otros Elaborados con

Residuos Plásticos de PVC, Cajamarca, 2015” tuvo como objetivo comparar las propiedades físico - mecánicas de las unidades de ladrillos de concreto y los elaborados con residuos plásticos de PVC. Por otro lado, la técnica o método que usó para cumplir con su objetivo fue mediante fichas técnicas, las cuales fueron protocolos a seguir para obtener los resultados que fueron los siguientes: Para el ensayo de variación de dimensiones es mínima, en alabeo un promedio de 0 – 2.5 mm, en succión los ladrillos con porcentajes de PVC tienen menor capacidad de succión de agua con un valor promedio de 15.54 gr para ladrillos con 50% de PVC y 14.02 gr para ladrillos con 100% de PVC, para el ensayo de absorción los ladrillos con porcentajes de PVC presentan menor capacidad de absorber agua, con un valor promedio de 7.89% para ladrillos con 50% de PVC y 6.85% para ladrillos con 100% de PVC, para el ensayo de módulo de rotura (ensayo de flexión) los ladrillos con 50% de PVC presentan mayor capacidad de resistencia a flexión con un valor promedio de 142.06 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente para el ensayo de resistencia a la compresión los ladrillos con porcentajes de PVC, presentan baja resistencia a compresión frente a ladrillos sin porcentajes de PVC con un valor promedio de 223.99 kg/cm<sup>2</sup>, el cual cumplía con el diseño de mezclas para un concreto de f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>. Asimismo, se concluyó que las propiedades físico-mecánicas de unidades de ladrillo de concreto elaborados con residuos plásticos de PVC se incrementan, excepto la resistencia a compresión.

La investigación mencionada nos aportó una perspectiva del resultado de nuestra investigación, ya que concuerda su resultado con la anterior investigación nacional y las otras 2 internacionales. Por otro lado, nos aporta información sobre los rangos o límites porcentuales a usar con respecto al PVC reciclado.

Según Léctor Lafitte & Villareal Brragán, en el año 2017, Nuevo Chimbote - Perú, en su investigación “Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de nuevo Chimbote”. La misma que tenía como objetivo elaborar concreto convencional adicionando materiales plásticos reciclados triturado (PET). Para lograr dicho objetivo se utilizaron la técnica o método de fichas técnicas, las mismas que son protocolos para obtener los datos que necesitamos analizar, los cuales fueron los siguientes: Para concretos de F`c 175 kg/cm<sup>2</sup>: o Se obtuvo un asentamiento de 4” ,3.5” , 2” y 1.5.” para las mezclas de concreto con 0%, 5%, 10% y 15% respectivamente o Se obtuvo una resistencia

promedio a los 28 días de 183.15 Kg/cm<sup>2</sup>, 143.92 Kg/cm<sup>2</sup>, 120.42 Kg/cm<sup>2</sup>, 94.34 Kg/cm<sup>2</sup> para las mezclas de concreto con 0%, 5%, 10% y 15% respectivamente. – al 5 % de PET la resistencia se redujo en 21.42 %, al 10 % de PET la resistencia se redujo en 34.25 % y al 15 % de PET la resistencia se redujo en 48.49 %. Asimismo, Para concretos de F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>: o Se obtuvo un asentamiento de 4", 2.5", 2" y 1" para las mezclas de concreto con 0%, 5%, 10% y 15% respectivamente. o Se obtuvo una resistencia promedio a los 28 días de 215.19 Kg/cm<sup>2</sup>, 183.76 Kg/cm<sup>2</sup>, 145.74 Kg/cm<sup>2</sup>, 111.30Kg/cm<sup>2</sup> para las mezclas de concreto con 0%, 5%, 10% y 15% respectivamente. – al 5 % de PET la resistencia se redujo en 14.61 %, al 10 % de PET la resistencia se redujo en 32.28% y al 15 % de PET la resistencia se redujo en 48.28 %. De estos resultados se llegó a la conclusión que la densidad del concreto disminuye conforme el porcentaje de agregado plástico incrementa, pues los materiales adicionados tienen menor peso, la disminución es de un 5% a 13 % teniendo como particularidad que esta reducción no es directamente proporcional al agregado plástico, sino a la aglomeración de sus partículas entre sí, las cuales provocan el aumento de contenido de aire en el concreto fresco y donde se podrá producir la falla.

## 1.6. Bases teóricas

### CONCRETO

#### a) Definición:

El concreto es el material de construcción más usado en el mundo. Su fácil y rápida preparación, su alta eficacia y maleabilidad casi infinita, hacen del concreto el material ideal para las exigencias contemporáneas. El concreto es una mezcla de materiales como la arena, grava y gravilla (también llamados agregados), y cemento, que sirve como aglutinante. El concreto es un material que para endurecer sólo necesita agua durante el mezclado, es por eso que también puede ser utilizado bajo el agua. Puede tomar casi cualquier forma si se vierte en un molde o encofrado y se transforma en piezas prefabricadas para la construcción. Como un concreto especial mezclado con materiales de relleno y de alta dureza, ofrece un sólido fundamento para los edificios. En cambio, el hormigón armado y el hormigón pre comprimido resisten grandes fuerzas de

tensión en la construcción de techos amplios y en la edificación de viaductos.  
(Budenheim, 2021)

De esta definición se puede derivar un producto mixto, que combina las características de los componentes, donde proporcionan una o más de sus propiedades individuales. Formar material que exprese un comportamiento específico y original. Por lo tanto, para dominar el uso de este material, uno debe no solo para conocer el rendimiento del producto resultante, sino también para conocer componentes y sus interrelaciones.

#### **b) Componentes del concreto:**

El concreto común o el concreto convencional se fabrica mezclando los tres componentes básicos de cemento, agua y agregado, y finalmente agregando el cuarto componente, generalmente llamado aditivo.

##### **▪ Cemento:**

Es un aglomerante hidrófilo, resultante de la calcinación de rocas de calizas, areniscas y arcillas, de manera de obtener un polvo muy fino que en presencia de agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes.  
(Budenheim, 2021)

**Cemento portland:** Cemento hidráulico producido mediante la pulverización del clinker compuesto esencialmente de silicatos y calcio hidráulicos y que contiene generalmente sulfato de calcio y eventualmente caliza como adición durante la molienda. (NTP 334.009, 2018)

Todo cemento Portland que se utilice para su elaboración de concretos, debe cumplir con la norma ASTM C-150 "Estándar Specification for Portland Cement"

Tipos de cemento:

Tipo I: Concreto de un uso general y que no cuenta con propiedades especiales

Tipo II: El cual cuenta con un moderado calor de hidratación, en cuanto a la alta resistencia a los sulfatos con la que cuenta

Tipo III: Cuenta con alta resistencia a tiempos tempranos

Tipo IV: Cemento con escaso calor de hidratación y cemento tipo.

Tipo V: Cemento con una elevada resistencia a los sulfatos

(Romero, 2016)

▪ **Agua:**

El agua, llega a ser empleada para poder hacer reacción con el cemento y poder conformarse como una masa que permite la unión de todos los materiales empleados anteriormente, permitiendo de esta forma, el poder alcanzar resistencias elevadas, al verse involucrado dentro del proceso de curado. Sin embargo, se puede exponer que, las condiciones de calidad de este mismo material, corresponder a contar con la posibilidad de ser potable. (Remolina, 2018)

▪ **Agregados:**

Son aquellos que integran el 60% y el 75% del volumen total del concreto y se usan con un aglomerante (cemento más agua) para la elaboración del concreto o mortero hidráulico. Los agregados deberán esta limpios, resistentes, durables y libre de sustancias extrañas para una buena calidad que deben cumplir en sus distintos segmentos de la construcción ya sea en estado natural o bien triturado. (Abanto, 2009)

Se tiene dos clases de agregados: agregado fino y agregado grueso.

Tabla 1

*Clasificación de los agregados*

<b>Agregado</b>	<b>Fino</b>	<b>Grueso</b>
<b>Natural</b>	Arena	Grava
<b>Artificial</b>	Polvo de piedra	Ripio Triturado o chispa

Fuente Rivva 2020

**Agregado Fino:**

El agregado fino, es todo aquel material que se caracteriza por ser duro, fuerte, limpio, libre de cualquier contaminante y duro, en donde las impurezas deberán de estar eliminadas en su totalidad, con la finalidad de poder establecer una adecuada resistencia, en el concreto. (Ancizar, 2019)

Granulometría Agregado Fino- (NTP 400.037): La norma (NTP 400.037), prescribe que la diferencia entre el contenido que pasa una malla y el retenido

en la siguiente, no debe ser mayor del 45% del total de la muestra. De esta manera, se tiende a una granulometría más regular. En cuanto a granulometría se refiere, los mejores resultados se obtienen con agregados de granulometrías que queden dentro de las normas y que den curvas granulométricas suaves.

Tabla 2

Granulometría del agregado fino

Tamiz Estándar	% en peso del material que pasa el tamiz
9.5mm (3/8")	100
4.75mm (#4)	95 a 100
2.36mm (#8)	80 a 100
1.18mm (#16)	50 a 85
600um (#30)	25 a 60
300um (#50)	05 a 30
150um (#100)	0 a 10

Fuente: (Ancizar, 2019) - ( NTP 400.037.)

### Agregado Grueso:

Es todo aquel material que tiende a ser retenido en el tamiz N° 04, el cual se encuentra constituido por todo tipo de rocas, en donde se puede usar la piedra partida o la grava zarandeada, encontrada en diferentes yacimientos naturales o en el lecho de los ríos. (Ancizar, 2019)

Granulometría Agregado Grueso: El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites establecidos en la Norma ITINTEC 400.037 o en la norma ASTM C-33, los cuales están indicados en la siguiente tabla:

TAMAÑO N°	TAMAÑO NOMINAL EN PULGADAS (abertura cuadrada)	REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS ASTM C-33 PARA AGREGADO GRUESO												
		PORCENTAJES PASANTES EN PESO PARA CADA MALLA STANDARD												
		4" (100 mm.)	3 1/2" (90 mm.)	3" (75 mm.)	2 1/2" (63 mm.)	2" (50 mm.)	1 1/2" (37.5 mm.)	1" (25 mm.)	3/4" (19 mm.)	3/8" (12.5 mm.)	3/8" (9.5 mm.)	N° 4 (4.75 mm.)	N° 8 (2.36 mm.)	N° 16 (1.18 mm.)
1	3 1/2" a 1 1/2"	100	90-100	.....	25-60	.....	0 - 15	.....	0 - 5	.....	.....	.....	.....	.....
2	2 1/2" a 1 1/2"	.....	.....	100	90-100	35-70	0 - 15	.....	0 - 5	.....	.....	.....	.....	.....
3	2" a 1"	.....	.....	.....	100	90-100	35-70	0 - 15	.....	0 - 5	.....	.....	.....	.....
357	2" a N° 4	.....	.....	.....	100	95-100	.....	35-70	.....	10-30	.....	0 - 5	.....	.....
4	1 1/2" a 3/4"	.....	.....	.....	.....	100	90-100	20-55	0 - 5	.....	0 - 5	.....	.....	.....
467	1 1/2" a N° 4	.....	.....	.....	.....	100	95-100	.....	35-70	.....	10-30	0 - 5	.....	.....
5	1" a 1/2"	.....	.....	.....	.....	.....	100	90-100	20-55	0 - 10	0 - 5	.....	.....	.....
56	1" a 3/8"	.....	.....	.....	.....	.....	100	90-100	40-85	10-40	0 - 15	0 - 5	.....	.....
57	1" a N° 4	.....	.....	.....	.....	.....	100	95-100	.....	25-60	.....	0 - 10	0 - 5	.....
6	3/4" a 3/8"	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90-100	20-55	0 - 15	0 - 5	.....	.....
67	3/4" a N° 4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90-100	.....	20-55	0 - 10	0 - 5	.....
7	1/2" a N° 4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90-100	40-70	0 - 15	0 - 5	.....
8	3/8" a N° 4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	85-100	0 - 30	0 - 10	0 - 5

Figura 3. Requisitos granulométricos para agregado grueso.

**Módulo de Fineza de agregado:** El módulo de finura se define como un factor empírico que se obtiene por la suma de los porcentajes totales de la muestra de arena, retenidos en cada uno de los tamices especificados y dividiendo la suma entre 100. Este concepto fue establecido por Duff Adams, es la centésima parte del número que se obtiene al sumar los porcentajes retenidos acumulados en el conjunto de tamices estándar, empleados al efectuar un análisis granulométrico. El módulo de finura nos representa un tamaño promedio ponderado del agregado, pero no representa la distribución de las partículas. (Del Carpio, 2018)

**Peso específico:** Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellas. Las normas NTP 400.021 (ASTM C-127) y NTP 400.022 (ASTM C-128) establecen el procedimiento estandarizado para su determinación en laboratorio, distinguiéndose tres maneras de expresarlo en función de las condiciones de saturación. (NTP 400.022)

**Peso unitario:** Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas, está influenciado por la manera en que se acomodan estas, lo que lo convierte en un parámetro hasta cierto punto relativo. La norma NTP 400.017 (ASTM C-29) define el método estándar para evaluarlo.

**Contenido de humedad:** Se rige de la norma NTP 339-185 (ASTM C566), es la cantidad de agua superficial retenida en un momento determinado por las partículas de agregado. Es una característica importante pues contribuye a incrementar el agua de mezcla, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de las mezclas, para que se cumplan las hipótesis asumidas.

**Resistencia:** Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento. Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra expresar en términos de la relación Agua/Cemento en peso. (Budenheim, 2021)

Para esto, suele ser empleado, lo que se le denomina como probeta, la cual cuenta con 15 cm de ancho y 30 cm de alto, siendo expuesta a una fuerza transversal a

su sección y de esta forma evaluar, el bien denominado  $f'c$  o resistencia a la compresión. (Viegas & Barros, 2016)

**Resistencia a la compresión: ( ASTM C39):** Los cilindros sometidos a ensayo de aceptación y control de calidad, se elaboran y curan siguiendo los procedimientos descritos en probetas curadas de manera estándar según la norma ASTM C31 Práctica Estándar para Elaborar y Curar Probetas de Ensayo de Concreto en Campo/ NTP 339.033.

Para estimar la resistencia del concreto in situ, la norma ASTM C31 fórmula procedimientos para las pruebas de curado en campo. Las probetas cilíndricas se someten a ensayo de acuerdo con la ASTM C39, Método Estándar de Prueba de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto / NTP 339.034. (IMCYC, 2006)

La resistencia a la compresión de un concreto ( $f'c$ ) debe ser alcanzado a los 28 días, después de vaciado y realizado el curado respectivo.

Factores a considerar:

- ✓ La relación agua – cemento (a/c)
- ✓ El contenido de cemento
- ✓ El tipo de cemento
- ✓ Las condiciones de curado

(Abanto, 2009)

## **PLÁSTICO PVC**

### **a) Definición**

El PVC (policloruro de vinilo) es una combinación química de carbono, hidrógeno y cloro. Sus componentes provienen del petróleo bruto (43%) y de la sal (57%). Es el plástico con menos dependencia del petróleo. En este momento sólo el 4% del consumo total del petróleo se utiliza para fabricar materiales plásticos y de ellos, únicamente una octava parte corresponde al PVC. Se obtiene por polimerización del cloruro de vinilo, cuya fabricación se realiza a partir de cloro y etileno. Es un material ligero y químicamente inerte e inocuo. Es un material termoplásticos, es decir, bajo la acción del calor (140 a 205°C) se reblandece pudiendo moldearse fácilmente; cuando se enfría recupera la consistencia inicial conservando la nueva forma. (Asoven PVC, 2018)

En relación con los productos de PVC, tenemos que la presencia de ellos en los

residuos urbanos es muy baja justamente porque, en el Mercosur por ejemplo, aproximadamente el 65% del consumo de PVC se destina a productos cuya vida útil supera los 50 años, tales como tubos y conexiones, cables, perfiles, etc., ya que el PVC resiste bien el envejecimiento y la intemperie. (Textos Científicos, 2008)

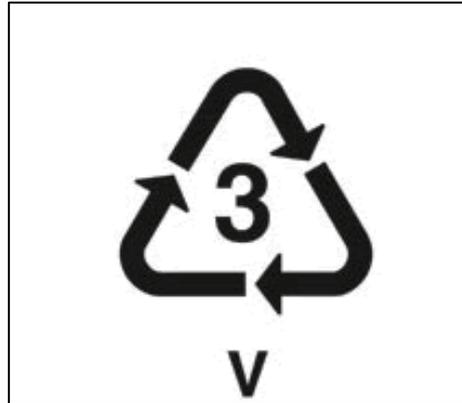


Figura 4. Símbolo PVC Policloruro de Vinilo

**b) Características:**

- ✓ Durabilidad
- ✓ No inflamable
- ✓ Polivalente
- ✓ Rígido o flexible
- ✓ Ligero
- ✓ Resistente
- ✓ Impermeable
- ✓ 100% reciclable

(Hoyos, 2015)

**c) Propiedades del PVC:**

Tabla 3

*Propiedades del PVC*

<b>Propiedades</b>	<b>Norma</b>
Peso específico a 25° C	ASTM D – 792
Coefficiente de Dilatación térmica	ASTM D - 696
Inflamabilidad	NTP 399. 007
Resistencia a la Tracción	ASTM D - 638
Resistencia a la compresión	NTP ISO 4422

Fuente: NTP – ISO 4422, 2006.

**d) Tipos de PVC:**

**PVC Rígido:** Es un material que es resistente al impacto y estabilizado frente a la acción de la luz solar y efectos de la intemperie. (Textos Científicos, 2008)

Tabla 4  
*Ventajas y Desventajas de PVC Rígido*

Ventajas	Desventajas
Bajo Precio	Dificultad en el procesamiento por su inestabilidad
Alta Resistencia Mecánica	Mala resistencia a la deformación bajo carga estática a temperaturas altas
Buena resistencia química	
Baja absorción de agua	
Buena resistencia a la intemperie	
No es combustible	
Buena Rigidez	
Buena apariencia superficial	

Fuente: (Textos Científicos, 2008)

**PVC flexible:** También llamado PVC plastificado. Los plásticos de policloruro de vinilo flexible incluyen una gran variedad de compuestos para moldeado, con una gran diversidad de propiedades y aplicaciones y que se procesan con casi todas las técnicas de transformación.

Tabla 5.  
*Ventajas y Desventajas de PVC Flexible*

Ventajas	Desventajas
Buena resistencia química	Muy sensible al calor
Buen costo / beneficio	Tiene que ser formulado adecuadamente para evitar problemas de manchas.
Excelentes propiedades eléctricas	Dificultades para procesarlo.
Alta tenacidad	
Buena apariencia superficial	
Se le puede limpiar fácilmente	

Fuente: (Textos Científicos, 2008)

## **Reciclaje de policloruro de vinilo (PVC)**

El PVC puede producir dos tipos de desecho:

**Por preconsumo:** Se generan durante la producción de PVC, es decir, durante la polimerización del Cloruro de Vinilo, y durante el manejo e instalación de productos de PVC.

- ✓ Después de la polimerización, al separar el agua del PVC se desecha una mezcla de agua con PVC.
- ✓ Posteriormente, en el secador rotatorio, se separa el PVC y se obtiene otra mezcla a desechar de agua con PVC.
- ✓ Al tamizar el PVC previo a su empaque se desechan partículas gruesas y finas que no cumplen las especificaciones de la empresa.
- ✓ Y durante la producción de PVC, eventualmente se tiene que abortar el proceso por alguna circunstancia anormal (fallos de luz, mal funcionamiento de la maquinaria, etc.); en ese momento el producto que se esté procesando se convierte en desecho. (PETCO S. A., 2018)

**Por post - consumo:** Al finalizar la vida útil del producto. Debido a la larga vida útil de los productos hechos con PVC, existe un "desfase temporal" entre el consumo de PVC y su presencia en la cadena de residuos. Recordemos que, los productos de PVC alcanzaron su auge de aplicación en el mercado en los años 60. Si tenemos en cuenta su ciclo de vida útil de unos 50 años a más entonces cabe suponer que en el 2010 a más empiece a producirse un importante incremento de las cantidades de residuos de PVC. (PETCO S. A., 2018)

El PVC es fácilmente reciclable y una vez reciclado tiene una gran variedad de aplicaciones. Si estudiamos la historia del PVC, vemos que su reciclaje es tan antiguo como su fabricación, lo que muestra que esta es viable tecnológica y económicamente. Gracias a la facilidad de transformación y a su termo - plasticidad, el PVC puede ser reciclado de las siguientes formas:

### ➤ **Reciclado mecánico:**

Es el proceso de reciclado en el que los residuos de PVC sólo se tratan mecánicamente, principalmente mediante picado, tamizado y triturado. El reciclado resultante, triturado o en polvo, se transforman en nuevos productos.

El reciclado mecánico de los residuos de PVC es preferible desde el punto de vista medioambiental. Esta alternativa para gestionar desechos de PVC será utilizada en la presente investigación. (Sarabia & Vejarano, 2019)

➤ **Reciclaje Químico:**

Los residuos son sometidos a procesos químicos, bajo temperatura y presión para descomponerlos en productos más elementales como aceites y gases. (Sarabia & Vejarano, 2019)

➤ **Reciclaje Energético**

Consiste en la incineración controlada de los residuos, bajo condiciones técnicamente avanzadas, para la recuperación de la energía contenida en el material. Esta tecnología es aplicada en toda Europa, EUA y Asia, pero poco utilizada en América del Sur. (Sarabia & Vejarano, 2019)

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Operación de Variables

Tabla 6

*Variable dependiente*

Variable	Definición Conceptual	Indicadores	Unidades
Resistencia a la compresión del concreto 175kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento.	Resistencia a la Compresión	Kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia (2021).

Tabla 7

*Variable dependiente*

Variable	Definición Conceptual	Indicadores	Unidades
Plástico PVC Reciclado	El PVC, el plástico menos dependiente del petróleo con diferencia, es un material 100% reciclable, económico, duradero y aislante, que necesita menos consumo de energía en su fabricación y genera menos emisiones de CO <sub>2</sub> que otras alternativas.	- Adición de Plástico PVC reciclado al 6% - Adición de Plástico PVC reciclado al 12% - Adición de Plástico PVC reciclado al 18%	%

Fuente: Elaboración propia (2021).

De los ensayos, los resultados que obtendremos de las probetas de concreto elaborado con plástico PVC reciclado, se comparará con la resistencia a la compresión del concreto de  $f'c=175$  kg/m<sup>2</sup> estándar, según rige la norma ASTM.

### 2.2. Tipo de la investigación

El tipo de investigación, por su enfoque viene a ser Cuantitativo, por su nivel de la investigación es, explicativo/experimental, y según su diseño viene a ser experimental siendo cuasi experimental.

### 2.3. Participantes (Población/Muestra)

Según la (NTP 339.183, 2018), el número mínimo de especímenes elaborados es de tres (03) para cada edad.

En nuestra investigación, se realizará 4 diseños para una resistencia de 175kg/cm<sup>2</sup> adicionando PVC en 6%, 12% y 18%, un total de 36 probetas de diámetro 15cm y altura 30cm según la norma AST C-39.

Tabla 8

*Cantidad de Probetas*

Descripción	Edad de Ensayos en Días			
	7	14	28	Sub Total
Probetas con concreto simple naturalmente.	3	3	3	9
Probetas con concreto simple +6% de PVC reciclado	3	3	3	9
Probetas con concreto simple +12% de PVC reciclado	3	3	3	9
Probetas con concreto simple +18% de PVC reciclado	3	3	3	9
	Total Probetas			36

*Fuente: Elaboración propia (2021)*

### 2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Se consideró, para la recolección u obtención de datos, protocolos proporcionados por el laboratorio Consorcio JCB Asociados y Kaolyn Ingenieros S.A.C., esta misma que sigue los lineamientos de la norma NTP 339.034 de Resistencia a la compresión axial de testigos cilíndricos, en cada uno de los ensayos correspondientes, para poder determinar la resistencia a la compresión de los testigos de concreto F'c=175kg/cm<sup>2</sup> y al agregar plástico reciclado PVC al 6%, 12% y 18%.

Tabla 9

*Técnica de recolección de datos*

Variables dependientes	Datos de recolección		
	Fuente	Técnica	Instrumento
Plástico reciclado PVC y Resistencia a la compresión del concreto simple 175 Kg/cm <sup>2</sup>	Experimento (Probetas elaboradas en laboratorio en Cajamarca-Perú).	Observación Directa	Ficha Técnica u Hoja de datos

*Fuente: Elaboración propia (2021)*

## 2.5. Procedimiento de recolección de datos

En esta investigación se realizará un diseño de mezcla de concreto de resistencia  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , adicionando distintos porcentajes de plástico PVC reciclado y poder analizar la influencia de la resistencia a compresión del nuevo concreto. Se utilizará agregado fino de río, agregado grueso de río, Plástico PVC reciclado, cemento Sol Tipo 1, Agua Potable.

### Proceso para la recolección de datos:

Primero, se obtiene el agregado fino y agregado grueso de la cantera La Victoria ubicada en el km 6 al sureste de la ciudad de Cajamarca.

Segundo, se obtiene el plástico reciclado PVC, de la planta recicladora ubicada entre la Av. Industrial y Av. Nuevo Cajamarca.

Tercero, se realizan los ensayos para agregado fino y agregado grueso, según las normas establecidas.

Cuarto, el plástico reciclado PVC triturado, se tamiza por la malla N° 4.

Quinto, se realiza el diseño de mezcla de concreto  $FC=175\text{kg/cm}^2$  y adicionando 6%, 12% y 18% de PVC reciclado respecto al agregado grueso.

Sexto, se procede a elaborar las probetas de concreto (9 probetas patrón y 9 probetas por cada porcentaje de 6%, 12% y 18%). A las 24 horas de haber sido elaboradas se desencofra y se coloca en agua a temperatura ambiente para el respectivo curado.

Séptimo, las probetas se retiran de las tinas para ser ensayadas en la máquina de compresión, a la edad de 7, 14 y 28 días.

Octavo, en gabinete se procesan los datos obtenidos para ser llenados en los protocolos brindados por los laboratorios.

## Adquisición de los agregados

Los agregados (fino y grueso) se obtendrán de la cantera “La Victoria”

Tabla 10

*Datos de la cantera La Victoria*

DATOS	
Departamento	Cajamarca
Provincia	Cajamarca
Distrito	Cajamarca

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11

*Coordenadas UTM de cantera La Victoria*

Coordenadas UTM		
NORTE	ESTE	COTA
<b>9205018</b>	779854	2662

Fuente: Elaboración Propia



Figura 5. Ubicación geográfica cantera La Victoria

### Adquisición del plástico reciclado PVC

El plástico reciclado PVC se obtuvo de la planta recicladora ubicada entre Av. Industrial y Av. Nuevo Cajamarca, de la ciudad de Cajamarca.

Tabla 12

*Coordenadas UTM de planta recicladora.*

Coordenadas UTM		
NORTE	ESTE	ZONA
<b>9205224.00</b>	776753.00	17S

Fuente: Elaboración propia, 2021.



Figura 6. Ubicación geográfica Planta recicladora

### Laboratorios utilizados.

Los ensayos de esta investigación se realizarán en laboratorios de Tecnología de concreto, Consorcio JCB Asociados y Kaolyn Ingenieros S.A.C, en Cajamarca

Tabla 13

*Coordenadas UTM de laboratorios de concreto*

Laboratorios	COORDENADAS UTM	
	NORTE	ESTE
Consorcio JCB Asociados	9209354.00	775005.00
Kaolyn Ingenieros S.A.C.	9209401.00	775934.00

Fuente: Elaboración propia, 2021.

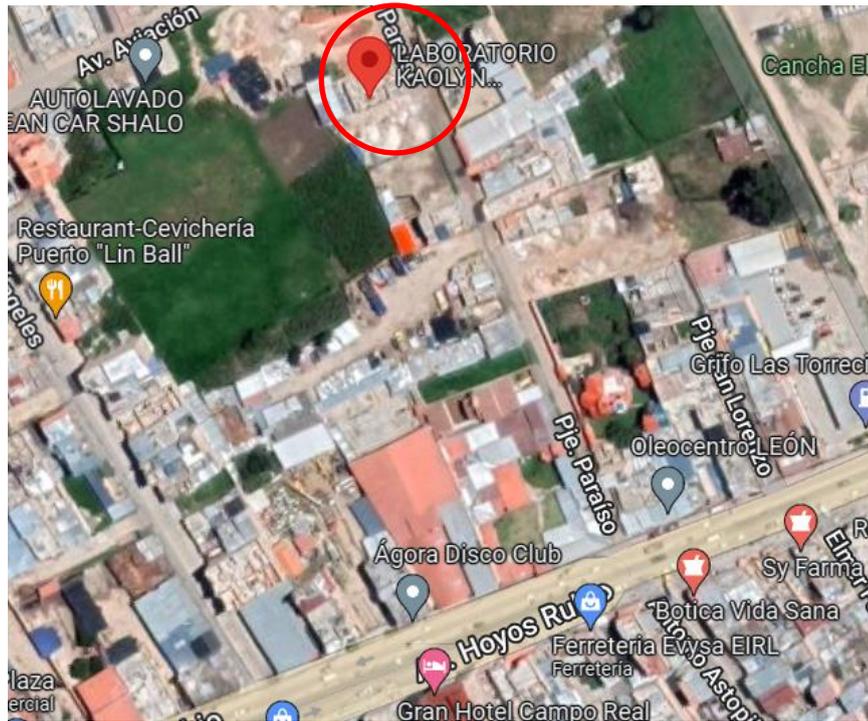


Figura 7. Ubicación geográfica Laboratorio Kaolyn Ingenieros S.A.C.

### **Ensayos que se realizarán para la recolección de datos.**

El procesamiento de recolección de datos se realizará empleando formatos establecidos de acuerdo con lo estipulado en las normas, brindados por el laboratorio Consorcio JCB asociados y Kaolyn Ingenieros S.A.C. para luego usar Microsoft Excel para el desarrollo de cálculos.

### **Contenido de humedad del agregado: NTP 339.185.**

#### **Material:**

- ✓ Agregado fino y grueso

#### **Equipo:**

- ✓ Balanza
- ✓ Recipiente
- ✓ Horno

#### **Procedimiento:**

- ✓ Peso de las taras
- ✓ Peso de muestra húmeda del agregado y de la tara
- ✓ Secar en el horno las muestras por 24 horas
- ✓ Trascurrido el tiempo se sacará del horno, se pesará y se obtendrá el peso seco

- ✓ Determinar el contenido de humedad

$$W\% = \frac{w \text{ muestra húmeda} - w \text{ muestra seca}}{w \text{ muestra seca}} * 100$$

### **Análisis granulométrico: NTP 400.012**

El ensayo consiste en separar a través de una serie de tamices, una muestra de agregado seco y de masa conocida. Los tamices van progresivamente de una abertura mayor a una menor, para determinar la distribución del tamaño de partículas.

#### **Material**

Muestra seca a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

La muestra se obtiene por medio de cuarteo. El agregado debe estar completamente mezclado y tener humedad suficiente para evitar segregación y pérdida de finos.

- ✓ Agregado Fino seco
- ✓ Agregado Grueso seco

#### **Equipo**

- ✓ Balanza con sensibilidad de por lo menos 0.1% del peso de la muestra.
- ✓ Tamices seleccionados de acuerdo con las especificaciones del material a ensayar.
- ✓ Estufa capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

#### **Procedimiento:**

- ✓ Se secará la muestra a peso constante a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- ✓ Se seleccionará tamices adecuados para cumplir con las especificaciones }del material que se va a ensayar, colocar los tamices en orden decreciente por tamaño de abertura.
- ✓ Se efectuará la operación de tamizado manual durante un tiempo adecuado.
- ✓ Se determinará la masa de cada incremento de medida sobre una balanza. La masa total de material luego del tamizado se verificará con la masa de la muestra colocada sobre cada tamiz.
- ✓ Se determinará el porcentaje de los pesos retenidos en cada tamiz.

$$\% \frac{PRP}{Wt} * 100$$

- ✓ Se determinará los porcentajes retenidos acumulados en cada tamiz %RA, para lo cual se sumarán en forma progresiva los %RP, es decir:

$$\%RA1 = \%RP1$$

$$\%RA2 = \%RP1 + \%RP2$$

$$\%RA3 = \%RP1 + \%RP2 + \%RP3.$$

- ✓ Se determinará los porcentajes acumulados que pasan en cada tamiz

$$\% \text{que pasa} = 100\% - \%R. A.$$

- ✓ Finalmente se procederá a graficar los resultados.

### **Peso unitario volumétrico seco: NTP 400.017.**

#### **Agregado Grueso:**

##### **Material**

- ✓ Muestra de grava (kg).

##### **Equipo**

- ✓ Molde para peso unitaria volumétrico (agregado grueso)
- ✓ Varilla
- ✓ Balanza

##### **Procedimiento**

- ✓ Se obtendrá el peso del molde (W mol)
- ✓ Luego el material seco se pondrá al depósito o molde
- ✓ Se enraza con la varilla y se pesó (W mol + muestra)
- ✓ Se realizará 3 veces el mismo proceso
- ✓ El peso unitario se calculará de la siguiente manera:

Ecuación 1

$$Pu = \frac{W_{muestra}}{V_{molde}}$$

$$V_{molde} = \frac{\pi}{4} \Phi^2 h$$

El peso unitario exacto se tiene con la siguiente fórmula:

Ecuación 2

$$Pu_{grava} = W_{muestra}(f)$$

$$f = \frac{1000 \text{ Kg/m}^3}{W \text{ agua contenida en el recipiente}}$$

**Agregado fino:****Material**

Muestra de agregado fino (kg)

**Equipo**

- ✓ Molde para peso unitaria volumétrico (agregado fino)
- ✓ Varilla
- ✓ Balanza: 3000 g – 800 kg

**Procedimiento**

- ✓ Se obtuvo el peso del molde (W mol).
- ✓ Luego el material seco se vertió al depósito o molde.
- ✓ Se enzarará con la varilla y se pesó (W mol + muestra).
- ✓ Se realizará 3 veces el mismo proceso.
- ✓ El peso unitario se calculará al igual que en el agregado grueso.

**Peso unitario volumétrico compactado: NTP 400.017.****Material**

- ✓ Muestra de agregado

**Equipo**

- ✓ Molde para peso unitaria volumétrico
- ✓ Varilla
- ✓ Balanza

**Procedimiento**

- ✓ El agregado debe colocarse en el recipiente, en tres capas de igual volumen aproximadamente, hasta colmarlo; cada una de las capas se nivela con la mano y se apisona con 25 golpes de varilla, distribuidos uniformemente en cada capa, utilizando el extremo semiesférico de la varilla.
- ✓ Al apisonar la primera, debe evitarse que la varilla golpee el fondo del recipiente, al apisonar las capas superiores, se aplica la fuerza necesaria para que la varilla solamente atraviese la respectiva capa.

- ✓ Una vez colmado el recipiente, se enrasará la superficie con la varilla, usándola como regla, y se determinará el peso del recipiente lleno en kilogramos.

$$Pu = \frac{W_{muestra}}{V_{molde}}$$

$$V_{molde} = \frac{\pi}{4} \Phi^2 h$$

- ✓ El peso unitario exacto se obtendrá con la siguiente fórmula:

$$Pu \text{ grava} = W \text{ muestra}(f)$$

$$f = \frac{1000 \text{ Kg/m}^3}{W \text{ agua contenida en el recipiente}}$$

### **Peso específico y absorción: NTP 400.022.**

Este ensayo se aplica para determinar el peso específico seco, peso específico saturado con superficie seca, peso específico aparente y absorción de agregado fino, a fin de usar estos valores en el cálculo y corrección de diseños de mezclas.

#### **Agregado fino:**

- ✓ Se tomará una muestra representativa de aproximadamente 2 kg de agregado fino.
- ✓ Se colocará en un recipiente adecuado en la estufa hasta una masa constante a una temperatura  $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- ✓ Se retirará y dejará enfriar hasta que sea manipulable al tacto, para poder sumergirla en agua por un periodo de  $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$ , con el propósito de llenar con agua sus poros.
- ✓ Se retirará la muestra del agua
- ✓ Se decantará el exceso de agua.
- ✓ Se secará el agua superficial de las partículas hasta que se encuentre en estado SSS (saturado superficialmente seco) el cual es evaluado con el molde cónico y compactador.
- ✓ Se extraerá muestras y se colocará la muestra en un recipiente volumétrico y se determinará el volumen de la muestra,
- ✓ Finalmente, la muestra se secará al horno y se determinará nuevamente su masa.

Peso específico de masa del agregado fino.

Ecuación 3

$$P_{em} = \frac{W_o (gr)}{(V - V_a) (cm^3)}$$

Peso específico de masa saturada con superficie seca agregado fino

Ecuación 4

$$P_{ess} = \frac{500(gr)}{(V - V_a) (cm^3)}$$

Peso específico aparente agregado fino

Ecuación 5

$$P_{ea} = \frac{W_o (gr)}{((V - V_a) - (500 - W_o) (cm^3))}$$

Absorción de agregado fino

Ecuación 6

$$Abs = \left( \frac{500 - W_o}{W_o} \right) * 100\%$$

### **Agregado Grueso:**

- ✓ Se seleccionará muestras de 3 kg aproximadamente
- ✓ Se secará a peso constante, a una temperatura de 110 °C ± 5 °C.
- ✓ Se ventilará en lugar fresco a temperatura ambiente hasta que haya enfriado y sea cómoda al tacto (aproximadamente 50 °C).
- ✓ Se sumergirá el agregado en agua a una temperatura ambiente por un periodo de 24 h ± 4 h.
- ✓ Se removerá las muestras del agua y se la secará con un paño grande y absorbente, hasta hacer desaparecer toda película de agua visible,
- ✓ Se obtendrá el peso de la muestra bajo la condición de saturación con superficie seca.

- ✓ Después de pesar, se colocará de inmediato la muestra saturada con superficie seca en la cesta de alambre y se determina su peso en agua a una temperatura entre  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- ✓ Se secará la muestra hasta peso constante, a una temperatura entre  $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y se dejará enfriar hasta la temperatura de ambiente, durante 1 h a 3 h o hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómodo al tacto (aproximadamente  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) y se pesará.

Peso específico:

Ecuación 7

$$Pe = \frac{A\text{ (gr)}}{(B - C)\text{ (cm}^3\text{)}}$$

Peso específico de la muestra saturada con superficie seca:

Ecuación 8

$$Pess = \frac{B\text{ (gr)}}{(B - C)\text{ (cm}^3\text{)}}$$

Peso específico aparente:

Ecuación 9

$$Pea = \frac{A\text{ (gr)}}{(A - C)\text{ (cm}^3\text{)}}$$

Absorción:

Ecuación 10

$$Abs = \frac{(B - A)}{A} * 100\%$$

A = Peso en el aire de la muestra seca al horno (gr)

B = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr)

C = Peso en el agua de la muestra saturada (gr)

### Elaboración del diseño de mezclas

- ✓ Para la preparación de las probetas de concreto se utilizará como referencia la NTP 339.033.

**Herramientas:** (ASTM-C39, 2016)

- ✓ Mezcladora de concreto
- ✓ Cono de Abrams
- ✓ Carretilla
- ✓ Balanza
- ✓ moldes de metal para especímenes
- ✓ Badilejo. }
- ✓ Después de la elaboración de los especímenes serán sometidos a la etapa de curado (7, 14, 28 y 180 días), se usarán recipientes con agua, de acuerdo a la NTP 339.033.
- ✓ Finalmente se realizará el ensayo de compresión

**Resistencia a la compresión: NTP 339.034.**

Una vez obtenidas los especímenes de concreto mediante la Norma, se procederá a determinar la resistencia a la compresión del concreto en estado endurecido, según la Norma NTP 339.034.

**Material:**

- ✓ Probetas
- ✓ Prensa hidráulica

**Procedimiento**

- ✓ Se debe haber secado la probeta durante 24 horas.
- ✓ Se pesará la probeta en estado endurecido.
- ✓ Se medirá la altura de la probeta en cm.
- ✓ Se medirá el diámetro de la probeta mediante un calibrador micrométrico (vernier).
- ✓ Se colocará las almohadillas de neopreno en ambas bases.
- ✓ Se aplicará la velocidad de la carga continua y constante, desde el inicio hasta producir la rotura de la probeta registrando el valor de la carga máxima.
- ✓ Finalmente se calculará la resistencia a la compresión.

**2.6. Aspectos éticos**

Esta investigación se basa en principios fundamentales que garantizan y demuestran la singularidad de este estudio. Se utiliza información de una variedad de fuentes para

garantizar los derechos del autor y que se especifica su fuente. Los autores somos responsables y nos comprometemos a respetar la confiabilidad de los resultados de las pruebas realizadas, la confiabilidad de los datos obtenidos en los laboratorios utilizados, y la presentación de documentos y su informe de respaldo.

Asimismo, la investigación aquí presentada se desarrollará de acuerdo con la directriz establecida por el campo de Ingeniería civil, en términos de calificaciones y antecedentes académicos.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

En el vigente capítulo se expone los resultados de los ensayos realizados en los laboratorios de Tecnología de concreto, Consorcio JCB Asociados y Kaolyn Ingenieros S.A.C.

Tabla 14  
*Ensayos y laboratorios*

<b>Ensayo</b>	<b>Laboratorio</b>
Contenido de humedad de agregado fino y grueso.	Consorcio JCB Asociados
Análisis granulométrico de agregado fino y grueso.	Consorcio JCB Asociados
Peso unitario volumétrico suelto de agregado fino grueso.	Kaolyn Ingenieros S.A.C.
Peso unitario volumétrico compactado de agregado fino grueso	Kaolyn Ingenieros S.A.C.
Peso específico y absorción de agregado fino y grueso.	Consorcio JCB Asociados
Diseño de mezcla de concreto	Consorcio JCB Asociados
Resistencia a la compresión	Consorcio JCB Asociados

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

#### **Interpretación:**

En la tabla 14, se describe detalladamente en qué laboratorio se realizó cada ensayo de la presente investigación.

#### **3.1. Contenido de humedad del agregado: NTP 339.185.**

Tabla 15  
*Resultados del contenido de humedad agregado fino*

<b>Descripción</b>	<b>Agregado fino</b>					
	1	2	3	4	5	6
Identificación (gr)						
Peso de Tara	27.7	27.8	26.6	27.7	27.8	27.5
Peso de tara + muestra húmeda	267.7	275.3	256.7	275.6	270.2	258.2
Peso de tara + muestra seca	255.3	262.3	244.7	262.1	256.7	246.6
Peso muestra húmeda	240.0	247.5	230.1	247.9	242.4	230.7
Peso muestra seca	227.6	234.5	218.1	234.4	228.9	219.1
Peso del agua	12.4	13.0	12.0	13.5	13.5	11.6
Contenido de humedad (%)	5.45	5.54	5.50	5.76	5.90	5.29

Promedio Contenido de humedad (%)	5.57%
--------------------------------------	-------

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

### Interpretación:

En la tabla N° 15, se detalla los resultados del ensayo de contenido de humedad del agregado fino, obteniendo un promedio de 5.57% de humedad.

La NTP 339.185, nos indica que para el agregado fino debe de ser de 8% a menos, por lo tanto, cumple.

Tabla 16

*Contenido de humedad agregado grueso*

Descripción	Agregado grueso					
	1	2	3	4	5	6
Identificación (gr)	1	2	3	4	5	6
Peso de Tara	73.3	83.4	73.1	73.1	73.7	73.5
Peso de tara + muestra húmeda	986.3	831.3	829.5	827.9	799.0	900.0
Peso de tara + muestra seca	971.8	819.0	817.6	816.2	787.6	889.0
Peso muestra húmeda	913.0	747.9	756.4	754.8	725.3	826.5
Peso muestra seca	898.5	735.6	744.5	743.1	713.9	815.5
Peso del agua	14.5	12.3	11.9	11.7	11.4	11.0
Contenido de humedad (%)	1.67	1.67	1.60	1.57	1.60	1.35
Prom. Cont. de humedad (%)	1.57					

Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación:

En la tabla N°16, se detalla los resultados del ensayo de contenido de humedad del agregado grueso, obteniendo un promedio de 1.57% de humedad.

## 3.2. Análisis granulométrico: NTP 400.012

Tabla 17

*Granulometría de agregado fino*

Tamiz (Pulg)	Tamiz (mm)	Peso retenido (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% pasante acumulado	% que pasa	
(3/8)	9.51	0	0.00	0.00	100.00	100	
N° 4	4.75	9.00	1.81	1.81	98.19	95	100
N° 8	2.36	69.9	14.05	15.86	84.14	80	100
N° 16	1.18	113.37	22.79	38.64	61.36	50	85
N° 30	0.6	135.5	27.23	65.88	34.12	25	60
N° 50	0.3	69.38	13.94	79.82	20.18	10	30
N° 100	0.15	59.6	11.98	91.80	8.20	2	10
N° 200	0.075	20.17	4.05	95.85	4.15	0	0

Bandeja	0	20.64	4.15	100.00	0.00	-	-
<b>Total</b>		<b>497.56</b>					

Fuente: Elaboración Propia

M.F. A.F.

2.94

### Interpretación:

En la tabla N° 17, se detalla los pesos en porcentajes, retenidos en cada tamiz, para realizar la curva granulométrica.

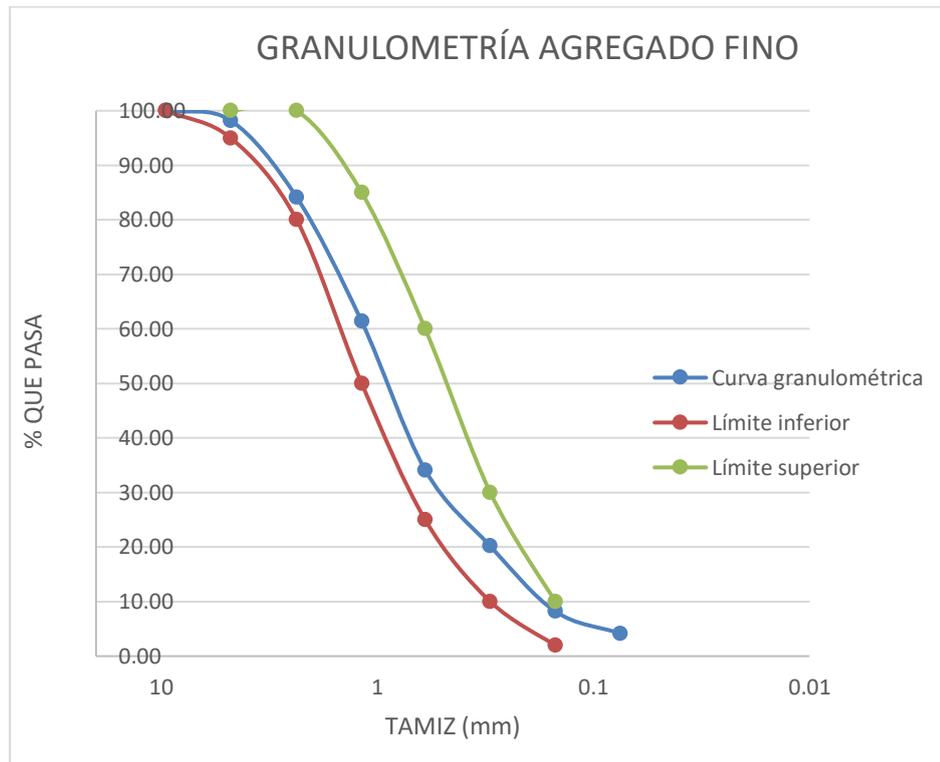


Figura 8. Curva granulométrica del agregado fino

### Interpretación:

En la Figura N° 8, se representa la granulometría del agregado fino y cumple con la norma NTP 400.037 / ASTM C33.

El porcentaje de la muestra que pasa por el tamiz N° 8 es 84.10%, por lo tanto, cumple con los límites granulométricos que establece un rango de 80% a 100% según la norma ASTM C-33 / NTP00.037 y se refleja en la figura N° 5.

Según la Norma ASTM C33/NTP 300.037, el rango permisible del módulo de finura es de 2.3 a 3.1, por lo tanto, el módulo de finura obtenido 2.94, cumple.

Tabla 18  
Granulometría de agregado grueso

Tamiz (Pulg)	(mm)	Peso retenido (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% pasante acumulado	Huso granulométrico #6	
						Límite superior	Límite inferior
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00	100	
3/4"	19	80.40	4.01	4.01	95.99	90	100
1/2"	12.7	938.60	46.83	50.84	49.16	20	55
3/8"	9.51	710.30	35.44	86.28	13.72	0	15
N° 4	4.76	260.90	13.02	99.30	0.70	0	5
Bandeja	-	14.00	0.70	100.00	0.00		
2004.20		100.00					

Fuente: Elaboración Propia, 2021

M.F. A.G.	6.90
-----------	------

**Interpretación:**

En la tabla N° 18, se detalla los pesos en porcentaje que pasa por los tamices 1", 3/4", 1/2", 3/8" y N°4, cumpliendo con los rangos permisibles del huso N°6, según la Norma ASTM C33 / NTP 300.037.

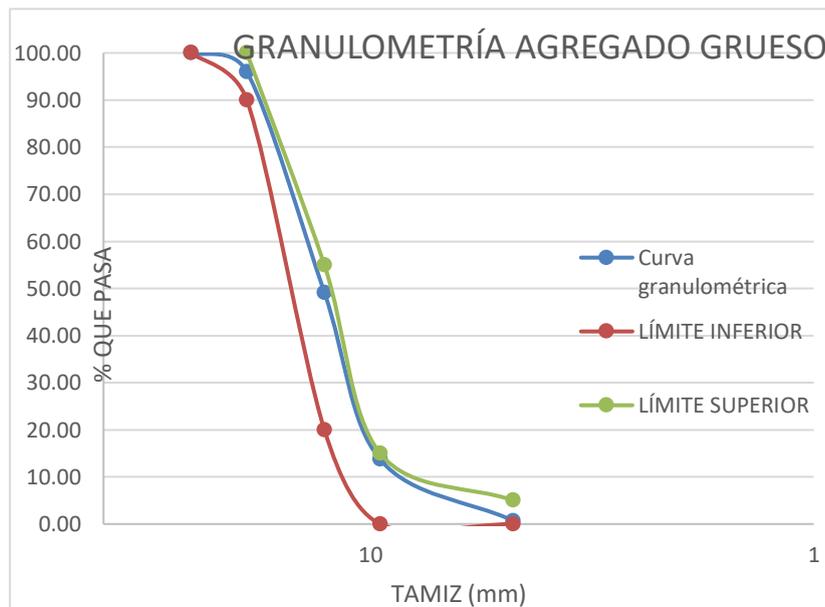


Figura 9. Curva granulométrica del agregado grueso

### Interpretación:

En la Figura N° 9, se representa la granulometría del agregado grueso, el TMN es 3/4" y cumple con los límites del huso granulométrico #6, según la norma NTP 300.037 / ASTM C33.

Los porcentajes que pasan por los tamices 1", 3/4", 1/2", 3/8" y N°4, se refleja en la curva azul y está dentro de los límites granulométricos del Huso N°6 (curva roja y curva verde)

### 3.3. Peso unitario volumétrico seco: NTP 400.017.

Tabla 19

*Peso unitario volumétrico suelto de agregado fino*

n° prueba	1	2	3
Peso del recipiente + muestra (gr)	15100	15654	15697
Peso del recipiente (gr)	3421	3421	3421
Peso de la muestra (gr)	11679	12233	12276
Volumen (cm <sup>3</sup> )	7426.40	7426.40	7426.40
Peso unitario suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.573	1.647	1.653
Promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	1.624		
Promedio kg/m <sup>3</sup>	1624.00		

Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación:

En la tabla N°19, se detalla el peso unitario suelto de agregado fino para 3 pruebas, obteniendo un promedio de 1624.00 Kg/cm<sup>3</sup>.

Tabla 20

*Peso unitario volumétrico suelto de agregado grueso*

n° prueba	1	2	3
Peso del recipiente + muestra (gr)	13052	12916	12757
Peso del recipiente (gr)	3421	3421	3421
Peso de la muestra (gr)	9631	9495	9336
Volumen (cm <sup>3</sup> )	7426.40	7426.40	7426.40
Peso unitario suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.297	1.279	1.257
Promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	1.278		
Promedio (kg/m <sup>3</sup> )	1278.00		

Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación:

En la tabla N°20, se detalla el peso unitario suelto de agregado grueso para 3 pruebas, obteniendo un promedio de 1278.00 Kg/cm<sup>3</sup>.

### 3.4. Peso unitario volumétrico compactado: NTP 400.017.

Tabla 21

*Peso unitario volumétrico compactado de agregado fino.*

N° prueba	1	2	3
Peso del recipiente + muestra (gr)	15929	16191	16242
Peso del recipiente (gr)	3421	3421	3421
Peso de la muestra (gr)	12508	12770	12821
Volumen (cm <sup>3</sup> )	7426.4	7426.4	7426.4
Peso unitario compactado (gr/cm <sup>3</sup> )	1.684	1.720	1.726
Promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	1.710		
Promedio (kg/m <sup>3</sup> )	1710.00		

Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación:

En la tabla N°21, se detalla el peso unitario compactado de agregado grueso para 3 pruebas, obteniendo un promedio de 1710.00 Kg/cm<sup>3</sup>.

Tabla 22

*Peso unitario volumétrico compactado de agregado grueso.*

N° prueba	1	2	3
Peso del recipiente + muestra (gr)	13492.00	13587.00	13501.00
Peso del recipiente (gr)	3421.00	3421.00	3421.00
Peso de la muestra (gr)	10071.00	10166.00	10080.00
Volumen (cm <sup>3</sup> )	7426.40	7426.40	7426.40
Peso unitario compactado (gr/cm <sup>3</sup> )	1.356	1.369	1.357
Promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	1.361		
Promedio (kg/m <sup>3</sup> )	1361.00		

Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación:

En la tabla N°22, se detalla el peso unitario compactado de agregado grueso para 3 pruebas, obteniendo un promedio de 1361.00 Kg/cm<sup>3</sup>.

### 3.5. Peso específico y absorción: NTP 400.022.

Tabla 23

*Peso específico y absorción de agregado fino*

<b>Peso específico y absorción de agregado fino</b>	
Descripción	1
Peso saturado superficialmente seco del agregado (psss) (gr)	500.00
Peso del frasco + agua hasta la marca 500ml (gr)	716.50
Peso del frasco + agua + psss. (gr)	1216.50
Peso del frasco + psss + agua hasta la marca de 500 ml (gr)	1027.00
Volumen de masa + volumen de vacío (cm <sup>3</sup> )	189.50
Peso seco del agregado (en estufa a 105°C + 5°C) (gr)	498.80
Volumen de masa (cm <sup>3</sup> )	188.30
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.63
Peso específico saturado (gr/cm <sup>3</sup> )	2.64
Peso específico aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	2.65
<b>Absorción (%)</b>	<b>1.20</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### **Interpretación:**

En la tabla N° 23, se muestra el peso específico total 2.65 (gr/cm<sup>3</sup>) y la absorción 1.20% del agregado fino.

Tabla 24

*Peso específico y absorción de agregado grueso*

<b>Peso específico y absorción de agregado grueso</b>	
Descripción	1
Peso saturado superficialmente seco del suelo en aire	3000.50
Peso saturado superficialmente seco del suelo en agua	1522.30
Volumen de masa + volumen de vacío	1478.20
Peso seco del suelo (en estufa a 105°C+5°C)	2973.98
Volumen de masa	1451.68
Peso específico bulk (base seca)	2.01
Peso específico (base saturada)	2.03
Peso específico aparente	2.05
<b>Absorción</b>	<b>0.89</b>

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

**Interpretación:**

En la tabla N° 24, se muestra el peso específico total 2.05 (gr/cm<sup>3</sup>) y la absorción 1.20% del agregado grueso.

**3.6. Diseño de mezcla método ACI 211.**

Según los estudios previos se realizó el diseño de mezcla con el método ACI 211, se considera nueve pasos para la dosificación de mezclas de concreto convencional, con una resistencia de 175kg/cm<sup>2</sup>, incluido el ajuste de humedad de agregado fino y grueso y la corrección a las mezclas de prueba.

Tabla 25

*Dosificación para resistencia de f'c=175 kg/cm<sup>2</sup>*

<b>MATERIAL</b>	<b>PESO POR M3</b>	<b>PROPORCIÓN</b>
Cemento	326.43 Kg	1
Agua	164.69 Kg	21.44
Agregado Grueso	760.17 Kg	2.33
Agregado Fino	851.18 Kg	2.61

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

**Interpretación:**

En la tabla N°25, se detalla la dosificación por el método ACI 211, por m<sup>3</sup> y en proporción.

Tabla 26

*Cantidad de material para 9 probetas cilíndricas (f'c=175 kg/cm<sup>2</sup>)*

<b>Material</b>	<b>Peso para 9 probetas</b>	<b>Considerando 1.05% de desperdicio</b>
Cemento	15.575 kg	16.35 kg
Agua	7.858 L	8.25 L
Agregado Grueso	36.270 kg	38.08 kg
Agregado Fino	40.612 kg	42.64 kg

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

### Interpretación:

En la tabla N°26, se detalla la dosificación por el método ACI 211, para los 4 diseños de mezcla, se elaborará cada 9 probetas considerando el 1.05% de desperdicio, se necesitará 16.35kg de cemento, 8.25L de agua, 38.08kg de agregado grueso y 42.64kg de agregado fino.

La adición de plástico PVC se calcula en base a la cantidad del agregado grueso.

Tabla 27

*Cantidad de material de PVC para 9 probetas cilíndricas ( $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>)*

<b>Porcentaje PVC triturado</b>	<b>Peso para 9 probetas</b>
6%	2.29 kg
12%	4.57 kg
18%	6.86 kg

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

### Interpretación:

En la tabla N°27, se detalla la cantidad de PVC reciclado para 9 probetas que se adicionará para la dosificación establecida en la tabla N° 26. Para las probetas de concreto adicionando el 6% de PVC se necesita 2.29kg, para 12% se empleará 4.57kg y para 18%, 6.86kg.

### 3.7. Concreto fresco.

Tabla 28

*Asentamiento para cada diseño ( $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>)*

<b>Diseño de mezcla</b>	<b>Asentamiento (pulg)</b>
Diseño concreto simple naturalmente	3.75"
Diseño con concreto simple + 6% Pvc reciclado	3.55"
Diseño con concreto simple + 12% Pvc reciclado	3.50"
Diseño con concreto simple + 18% Pvc reciclado	3.40"

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

**Interpretación:**

En la tabla N° 28 se realizó las pruebas de asentamiento (ASTM 143 / NTP 339.035): Se consideró un asentamiento plástico (3 a 4 pulg.), el cual cumple para todos los diseños.

**3.8. Resistencia de compresión.**

A continuación, se presenta los resultados de los ensayos a compresión para los diseños de mezcla probetas patrón, y adicionando PVC reciclado en 6%, 12% y 18% la edad de 7, 14 y 28 días.

Tabla 29

*Resultados del ensayo a compresión del concreto endurecido del diseño de mezcla patrón a los 7, 14 y 28 días ( $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ )*

Identificación	EDAD	Resistencia (k/n)	Carga rotura (kg)	Resistencia máxima (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)
P01 - 0%		361.27	36821	208.92	119.38
P02 - 0%	7 días	285.09	29056	164.64	94.08
P03 - 0%		306.74	31263	176.91	101.09
P04 - 0%		443.05	45156	255.53	146.02
P05 - 0%	14 días	474.71	48382	273.79	156.45
P06 - 0%		442.70	45120	255.67	146.10
P07 - 0%		505.37	51507	291.47	166.55
P08 - 0%	28 días	525.91	53601	302.91	173.09
P09 - 0%		530.91	54110	306.61	175.21

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

**Interpretación:**

En la tabla 29 se muestra las resistencias máximas (kg/cm<sup>2</sup>) y el porcentaje alcanzado de todas las probetas patrón a los 7, 14 y 28 días

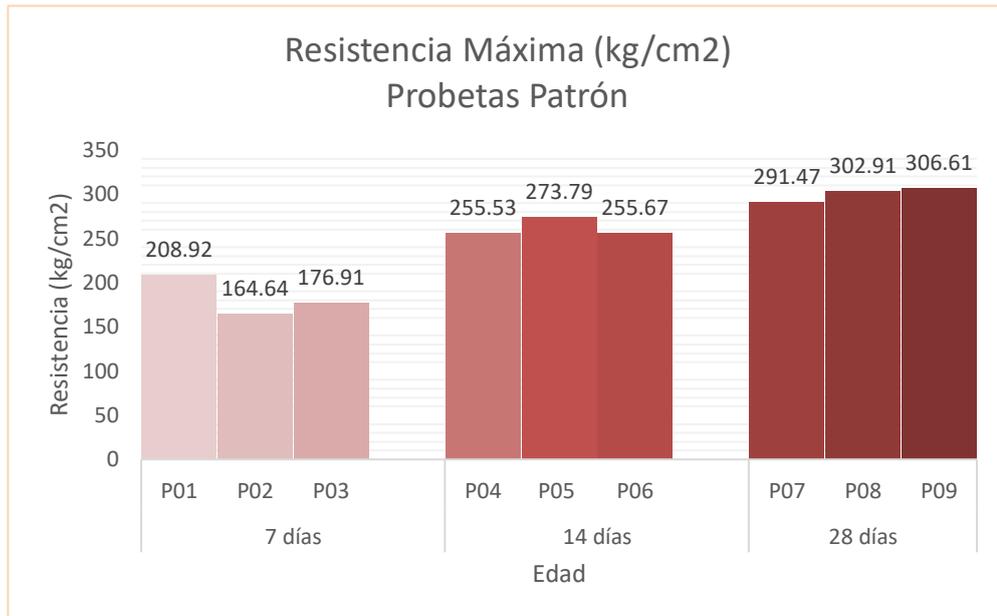


Figura 10. Resistencias máximas de las probetas patrón

**Interpretación:**

En la figura 10, se representa las resistencias de las probetas patrón; 3 probetas a los 7 días, 3 probetas a los 14 días y 3 probetas a los 28 días.

Tabla 30

*Resultados del ensayo a compresión del concreto endurecido del diseño de mezcla adicionando 6% de PVC reciclado, a los 7, 14 y 28 días (f'c = 175 kg/cm<sup>2</sup>)*

Identificación	EDAD	Resistencia (k/n)	Carga rotura (kg)	Resistencia máxima (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)
A01 - 6% PVC	7 días	188.91	19254	108.66	62.09
A02 - 6% PVC		191.21	19488	110.43	63.10
A03 - 6% PVC		190.22	19387	109.71	62.69
A04 - 6% PVC	14 días	341.36	34791	197.67	112.95
A05 - 6% PVC		351.91	35867	203.23	116.13
A06 - 6% PVC		343.17	34976	197.92	113.10
A07 - 6% PVC	28 días	390.83	39833	225.71	128.98
A08 - 6% PVC		372.11	37925	214.61	122.63
A09 - 6% PVC		389.12	39659	224.42	128.24

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

**Interpretación:**

En la tabla N°30, se detalla las resistencias máximas (kg/cm<sup>2</sup>) y el porcentaje alcanzado de las 9 probetas adicionando 6% de PVC reciclado; 3 probetas a los 7 días, 3 probetas a los 14 días y 3 probetas a los 28 días

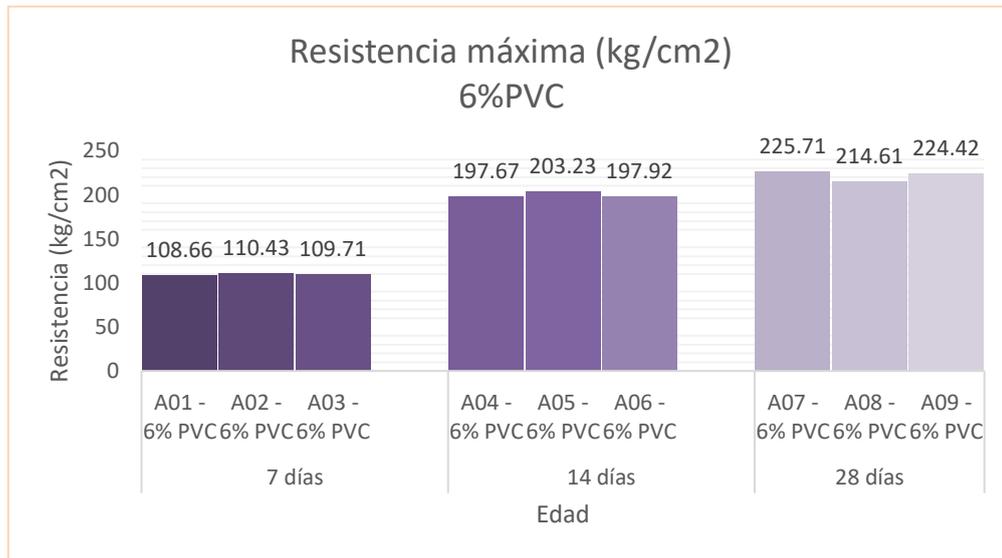


Figura 11. Resistencias máximas de las probetas patrón adicionando 6% de PVC reciclado

**Interpretación:**

En la figura N° 11, se muestra las resistencias máximas (kg/cm<sup>2</sup>) de las 9 probetas adicionando 6% de PVC reciclado; 3 probetas a los 7 días, 3 probetas a los 14 días y 3 probetas a los 28 días.

Tabla 31

Resultados del ensayo a compresión del concreto endurecido del diseño de mezcla adicionando 12% de PVC reciclado, a los 7, 14 y 28 días (f'c = 175 kg/cm<sup>2</sup>)

Identificación	EDAD	Resistencia (k/n)	Carga rotura (kg)	Resistencia máxima (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)
M01 - 12% PVC	7 días	175.40	17877	101.16	57.81
M02 - 12% PVC		165.06	16823	95.33	54.47
M03 - 12% PVC		165.28	16845	95.20	54.40
M04 - 12% PVC	14 días	341.33	34788	196.86	112.49
M05 - 12% PVC		333.57	33997	192.64	110.08
M06 - 12% PVC		306.32	31220	176.67	100.95
M07 - 12% PVC	28 días	365.08	37209	210.56	120.32
M08 - 12% PVC		360.62	36754	207.71	118.69
M09 - 12% PVC		384.81	39220	221.94	126.82

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

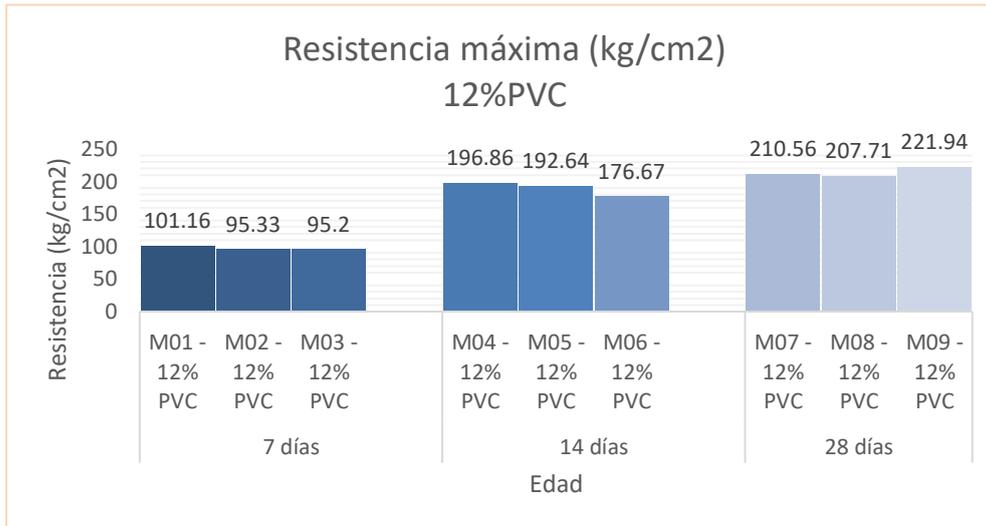


Figura 12. Resistencias máximas de las probetas patrón adicionando 12% de PVC reciclado

### Interpretación:

En la figura N° 12, se muestra las resistencias máximas (kg/cm<sup>2</sup>) de las 9 probetas adicionando 12% de PVC reciclado; 3 probetas a los 7 días, 3 probetas a los 14 días y 3 probetas a los 28 días.

Tabla 32

Resultados del ensayo a compresión del concreto endurecido del diseño de mezcla adicionando 18% de PVC reciclado, a los 7, 14 y 28 días ( $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ )

Identificación	EDAD	Resistencia (k/n)	Carga rotura (kg)	Resistencia máxima (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)
X01 - 18% PVC	7 días	132.15	13469	76.22	43.55
X02 - 18% PVC		159.15	16221	91.79	52.45
X03 - 18% PVC		137.63	14027	79.27	45.30
X04 - 18% PVC	14 días	302.55	<b>30836</b>	174.50	99.71
X05 - 18% PVC		308.73	31466	178.30	101.89
X06 - 18% PVC		306.96	31285	177.04	101.17
X07 - 18% PVC	28 días	328.66	33497	189.81	108.46
X08 - 18% PVC		318.80	32492	183.87	105.07
X09 - 18% PVC		309.11	31504	178.04	101.74

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

**Interpretación:** En la tabla N°32, se detalla las resistencias máximas (kg/cm<sup>2</sup>) y el porcentaje alcanzado de las 9 probetas adicionando 18% de PVC reciclado; 3 probetas a los 7 días, 3 probetas a los 14 días y 3 probetas a los 28 días.

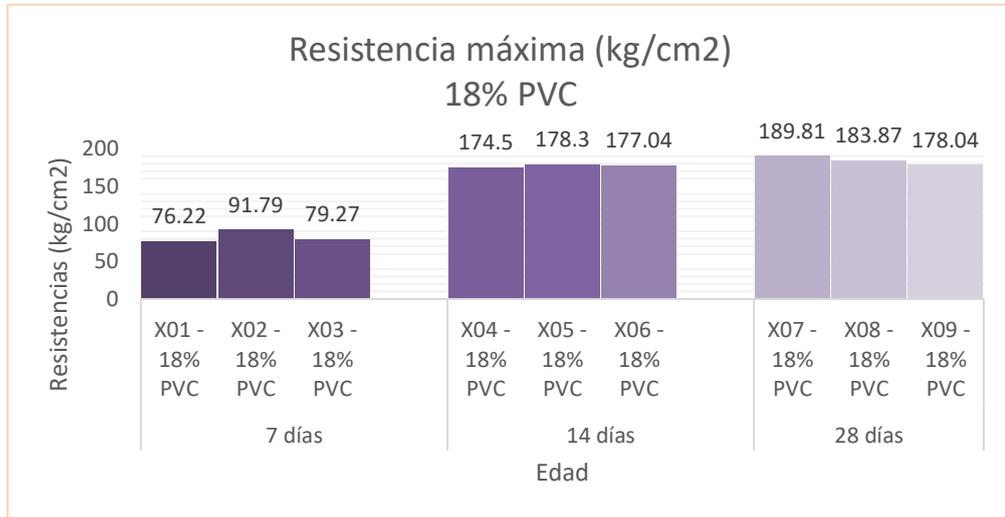


Figura 13. Resistencias máximas de las probetas patrón adicionando 18% de PVC reciclado

**Interpretación:**

En la figura N°13, se muestra las resistencias máximas (kg/cm<sup>2</sup>) de las 9 probetas adicionando 18% de PVC reciclado; 3 probetas a los 7 días, 3 probetas a los 14 días y 3 probetas a los 28 días.

Tabla 33

*Promedios de resistencias máximas alcanzadas de cada diseño a 7, 14 y 28 días (f'c=175 kg/cm<sup>2</sup>)*

EDAD	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Kg/cm <sup>2</sup>			
	PATRÓN	6% PVC	12% PVC	18% PVC
7 DÍAS	183.49	109.60	97.23	82.43
14 DÍAS	261.66	199.61	188.72	176.61
28 DÍAS	300.33	221.58	213.40	183.91

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

**Interpretación:**

En la tabla N°33, se detalla los promedios de resistencias máximas (kg/cm<sup>2</sup>) de las probetas patrón y de la probeta adicionando 6%. 12% y 18% de PVC reciclado; a los 7 días, 14 días y 28 días.

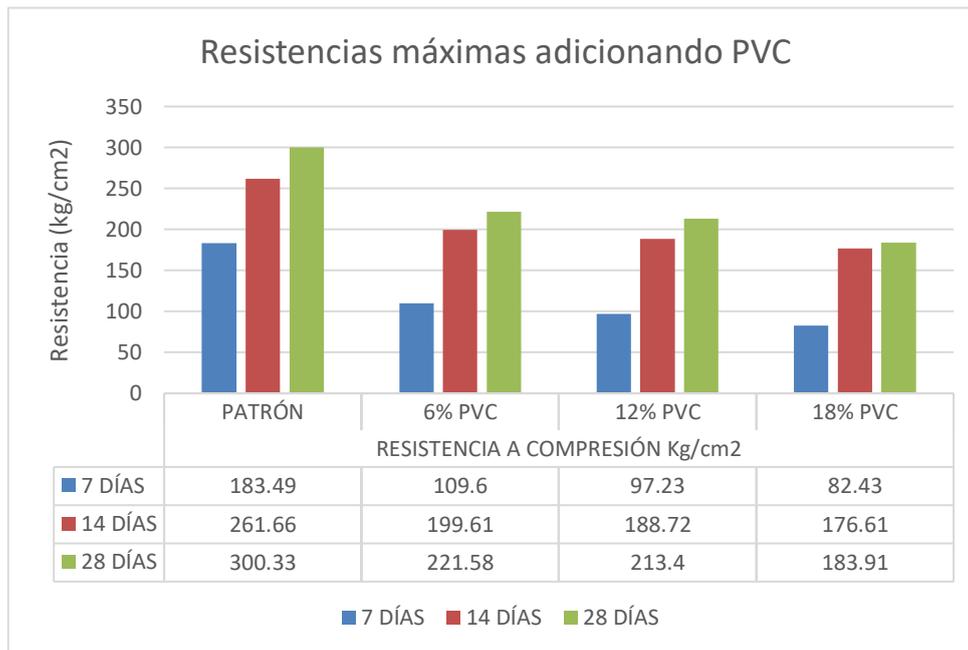


Figura 14. Comparación de promedios de Resistencias máximas de todos los diseños

**Interpretación:**

En la figura N°14, se muestra la comparación de promedios de resistencias máximas (kg/cm2) de las probetas patrón y adicionando 6%, 12 y 18% de PVC reciclado. Como se observa a los 14 y 28 días (barra de color roja y verde) aumenta progresivamente la resistencia de todos los diseños.

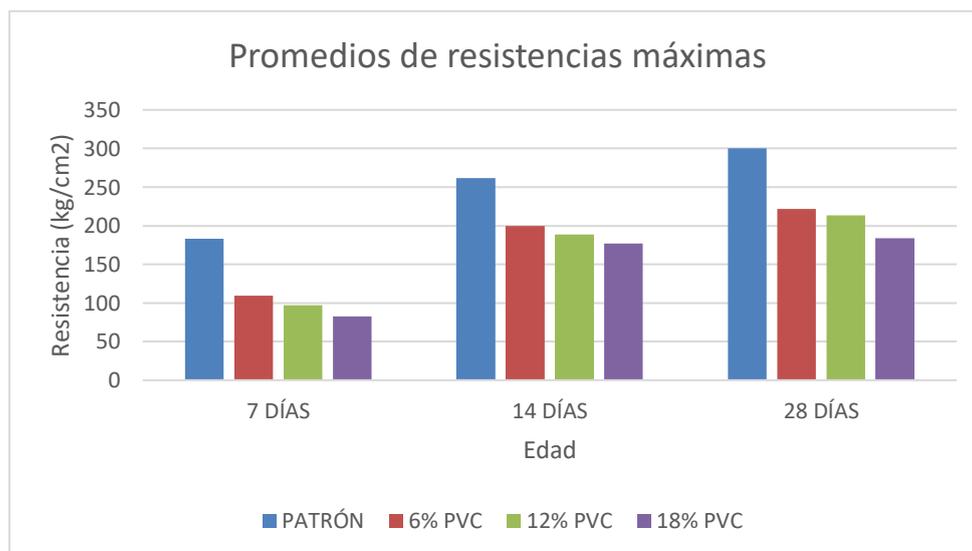


Figura 15. Comparación de Resistencias máximas de todos los diseños respecto a la edad.

**Interpretación:**

En la figura N°15, se muestra la comparación de promedios de resistencias máximas (kg/cm<sup>2</sup>) de las probetas patrón y adicionando 6%, 12 y 18% de PVC reciclado.

Se puede observar que la resistencia de las probetas con 6%, 12% y 18% de PVC, para un curado de 07 días, baja progresivamente, llegando a valores como 183.49 kg/cm<sup>2</sup> ,109.60 Kg/cm<sup>2</sup>, 97.23 Kg/cm<sup>2</sup> y 82.43 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

Para un curado de 14 días, llegando a resistencia de 261.66 kg/cm<sup>2</sup>, 199.62 Kg/cm<sup>2</sup>, 188.72 Kg/cm<sup>2</sup> y 176.61 Kg/cm<sup>2</sup>, valores de las probetas patrón y con PVC al 6%, 12% y 18% respectivamente,

Para un curado de 28 días, se puede observar que la resistencia a compresión reduce progresivamente al adicionar PVC; 300.33kg/cm<sup>2</sup>, 221.58kg/cm<sup>2</sup>, 213.40kg/cm<sup>2</sup>, 183.91kg/cm<sup>2</sup>; siendo estos valores respectivamente los que representan a las probetas patrón y con PVC al 6%, 12% y 18%.

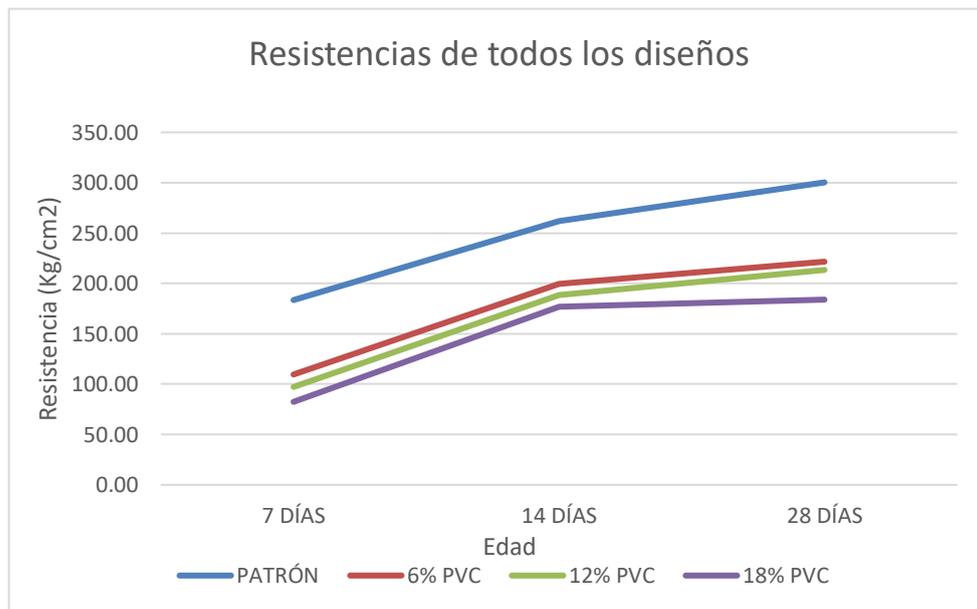


Figura 16. Resistencias máximas alcanzadas de todos los diseños

**Interpretación:**

En la figura N°16, se muestra la comparación de promedios de resistencias máximas (kg/cm<sup>2</sup>) de las probetas patrón y adicionando 6%, 12 y 18% de PVC reciclado.

Se puede observar que las resistencias aumentan a los 28 días, sin embargo, al adicionar PVC reduce progresivamente la resistencia.

Tabla 34

Promedios en porcentaje de resistencias máximas alcanzadas de cada diseño a 7, 14 y 28 días ( $f'c=175 \text{ kg/cm}^2 = 100\%$ )

EDAD	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (%)			
	PATRÓN	6% PVC	12% PVC	18% PVC
7 DÍAS	104.85	62.63	55.56	47.10
14 DÍAS	149.52	114.06	107.84	100.92
28 DÍAS	171.62	126.62	121.94	105.09

Fuente: Elaboración Propia, 2021

**Interpretación:**

En la tabla N°34, se detalla las resistencias máximas en porcentajes (%), respecto al diseño de 175kg/cm<sup>2</sup>

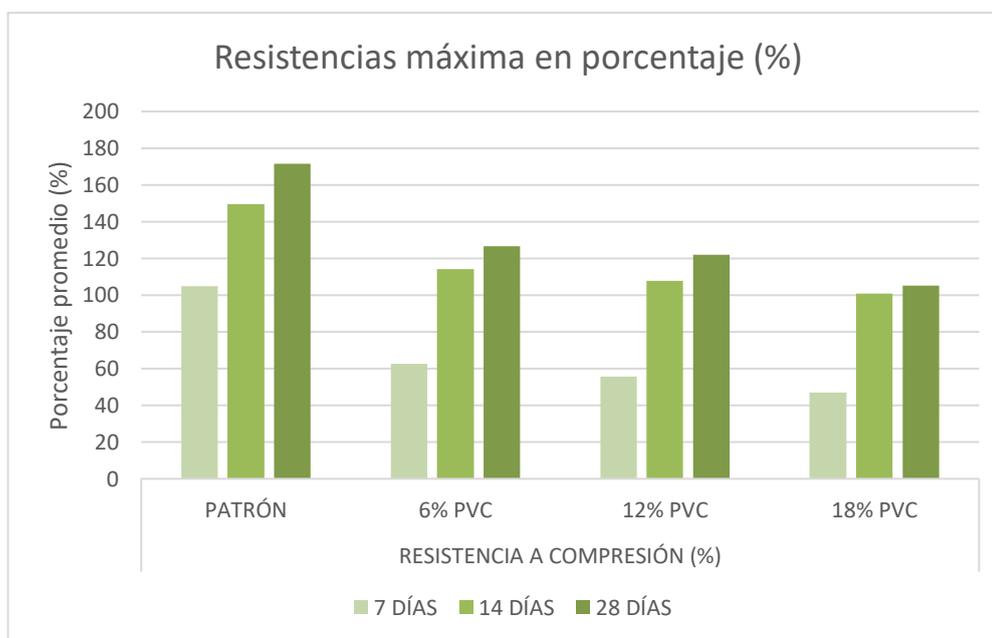


Figura 17. Resistencias máx. alcanzadas en porcentaje de c/diseño. (175kg/cm<sup>2</sup> =1000%)

Figura 18. Resistencias máx. alcanzadas en porcentaje de c/diseño. (175kg/cm<sup>2</sup> =1000%)

**Interpretación:**

En la figura N° 17, se muestra la comparación de promedios de resistencias máximas en porcentajes (%), respecto al diseño e 175kg/cm<sup>2</sup>

Se puede observar que las resistencias aumentan a los 28 días, sin embargo, al adicionar PVC reduce progresivamente la resistencia. Asimismo, se observa que las resistencias también llegan a cumplir con lo establecido por la norma, recomendando valores mayores al 100% de la resistencia de diseño (175kg/cm<sup>2</sup>),

para la probeta patrón 171.62%, adicionando 6% de PVC 126.62 %, 12% de PVC 121.94 %, y para 18% de PVC 105.09 %.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN

### 4.1. Limitaciones:

Las limitaciones presentadas en la investigación son las siguientes:

- ✓ Obtención y triturado del material: De todas las plantas de reciclaje visitadas, encontramos dos plantas que tenían una trituradora que nos podía habilitar plástico triturado que pase por la malla N°4, sin embargo, una de las plantas tenía la trituradora en su sede de Trujillo, por cual decidimos optar por la planta que está ubicada en la intersección Nuevo Cajamarca e Industrial, la misma que recolecta 30kg de PVC a la semana aproximadamente, cantidad que para nuestra investigación si fue suficiente, pero se analiza que para un proyecto que se requiera una cantidad mayor no se abastecería.
- ✓ Disponibilidad de laboratorio: Debido a la pandemia no se tiene acceso al laboratorio de la Universidad Privada del Norte, por ello se tiene que alquilar otro laboratorio y por la gran cantidad de proyectos inclinados al área de concreto, pavimentos, suelos, podría presentarse dificultades para adquirir el laboratorio debido a la disponibilidad.

### 4.2. Discusión:

**Antecedente:** Ortiz, J. Durán, J. (2019) evaluaron el comportamiento de residuo PVC utilizado como reemplazo parcial de agregados en concreto en porcentaje de 5.2% (PSI), diseñado para una resistencia de 4000PSI (281.22 Kg/cm<sup>2</sup>). A los 7 días la probeta patrón alcanza una resistencia 4354.88 PSI (306.178 kg/cm<sup>2</sup>), adicionando 5.2% PVC su resistencia es 4006.9PSI (281.71 kg/cm<sup>2</sup>). A los 14 días la probeta patrón su resistencia fue 4647.89PSI (326.78 kg/cm<sup>2</sup>) y con PVC 4437.78 PSI (312.00 kg/cm<sup>2</sup>). Finalmente a los 28 días su resistencia máxima alcanzada en la probeta patrón fue 5339.78 PSI (375.42 kg/cm<sup>2</sup>) y para las probetas adicionando PVC fue 4550.22PSI (319.91 kg/cm<sup>2</sup>). Al adicionar PVC su resistencia baja, pero cumple con la resistencia diseñada, es decir los valores están sobre los 4000PSI (281.22kg/cm<sup>2</sup>)

En nuestra investigación, al realizar el ensayo de resistencia a la compresión adicionando 6% de plástico PVC, A los 7, 14 y 28 días, las resistencias máximas

alcanzadas fueron, 109.60kg/cm<sup>2</sup>, 199.61kg/cm<sup>2</sup> y 221.58 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

En comparación a las probetas patrón que a los 7, 14 y 28 días las resistencias fueron 183.49 kg/cm<sup>2</sup>, 261.66 kg/cm<sup>2</sup> y 300.33 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, baja paulatinamente, sin embargo a los 14 y 28 días si cumple con la resistencia diseñada (175 kg/cm<sup>2</sup>), obteniendo un resultado equivalente al antecedente.

Respecto a la probeta patrón a los 28 días varía negativamente un 26.22%, respecto a la resistencia diseñada varía positivamente en 26.61%.

**Pinedo, J.** (2018) En su investigación realizaron probetas patrón y adicionando 5%, 10% y 15% de plástico reciclado PET. A los 28 días, sus resistencias máximas fueron 220.01 kg/cm<sup>2</sup>, 191.84 kg/cm<sup>2</sup>, 168.25 kg/cm<sup>2</sup> y 151.31 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. En sus resultados se refleja que al adicionar plástico reduce en 13%, 24% y 31% respectivamente. Y no cumple con su resistencia de diseño 210kg/cm<sup>2</sup>.

En nuestra investigación al adicionar 12% de PVC reciclado, a los 7, 14 y 28 días, resultan resistencias 97.23 kg/cm<sup>2</sup>, 188.72 Kg/cm<sup>2</sup> y 213.40 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

En comparación a las probetas patrón su resistencia máxima alcanzada (28 días), reduce en 29%. Respecto a la resistencia diseñada (175 kg/cm<sup>2</sup>), aumenta en 22% y cumple.

**Sifuentes, J.** (2016) En su estudio, adicionaron a sus probetas fibras de polipropileno en 0.10%, 0.17% y 0.25%. A los 7 días, sus resistencias fueron 220.25 kg/cm<sup>2</sup>, 209.00 kg/cm<sup>2</sup>, 252.61 kg/cm<sup>2</sup> y 217.13 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. A los 14 días, 287.00 kg/cm<sup>2</sup>, 274.93 lg/cm<sup>2</sup>, 270.61 kg/cm<sup>2</sup> y 244.88 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Y a los 21 días alcanzaron resistencias máximas 250.96 kg/cm<sup>2</sup>, 266.21 kg/cm<sup>2</sup>, 283.13 kg/cm<sup>2</sup>, 291.62 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Se puede interpretar que los concretos adicionados con fibras de polipropileno presentan un incremento de la resistencia a compresión uniaxial respecto a las del diseño convencional a los 21 días, sin embargo el resultado varía en los días 7 y 14 en donde la adición de las fibras puede incluso reducir la resistencia del concreto.

En nuestra investigación, al realizar el ensayo de resistencia a la compresión adicionando 18% de plástico PVC, A los 7, 14 y 28 días, las resistencias máximas alcanzadas fueron, 82.43 kg/cm<sup>2</sup>, 176.61 kg/cm<sup>2</sup> y 183.91 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

En comparación a las probetas patrón que a los 7, 14 y 28 días las resistencias fueron 183.49 kg/cm<sup>2</sup>, 261.66 kg/cm<sup>2</sup> y 300.33 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, baja paulatinamente, sin embargo a los 14 y 28 días si cumple con la resistencia diseñada (175 kg/cm<sup>2</sup>), obteniendo un resultado equivalente al antecedente.

Respecto a la probeta patrón a los 28 días varía negativamente un 38.76%, respecto a la resistencia diseñada varía positivamente en 5%.

## CONCLUSIONES

Se determinó que el plástico reciclado PVC en diferentes porcentajes varía en la resistencia a compresión para veredas de Cajamarca Perú en el año 2021.

Las resistencias máximas alcanzadas (28 días) de las probetas patrón y adicionando 6% 12% y 18% de PVC fueron 300.33kg/cm<sup>2</sup>, 221.58kg/cm<sup>2</sup>, 213.4 kg/cm<sup>2</sup> y 183.91 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

Se determinó que al comparar con la probeta patrón, al adicionar 6% PVC, disminuye en 26.22% en su resistencia máxima alcanzada (28 días), al adicionar 12% PVC disminuye en 29% y al adicionar 18% disminuye en 38.76% su resistencia máxima.

Se determinó que al comparar con su resistencia diseñada (175kg/cm<sup>2</sup>), al adicionar 6% PVC, aumenta en 26.61% en su resistencia máxima alcanzada (28 días), al adicionar 12% PVC aumenta en 22% y al adicionar 18% aumenta en 5% su resistencia máxima.

Se concluye que el PVC reciclado si es una alternativa de diseño y si es aceptable en porcentajes menores a 18%, observando de la misma manera resultados favorables, los cuales nos dan valores por encima de la resistencia diseñada (175kg/cm<sup>2</sup>) y de la recomendación de la normativa peruana.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda usar el plástico PVC reciclado para los diseños concreto que no requieran de una alta resistencia a la compresión, ya que este material influye en cuanto a dicha resistencia, y se puede observar en nuestros resultados, al comparar con la probeta patrón, los cuales reflejan una disminución de resistencia a la compresión en relación con la cantidad de PVC reciclado adicionado.
- Se recomienda tener especial cuidado al realizar el diseño y la elaboración de probetas, para así asegurar un correcto ensayo a la compresión y una correcta lectura de la consistencia, del mismo modo, dicho diseño debe estar en base a la normativa vigente actual. En nuestro caso fue un concreto diseñado a 175 Kg/cm<sup>2</sup> y una consistencia fluida.
- Se recomienda usar un porcentaje (%) menor a 18 %, para realizar las probetas de concreto ya que, al adicionar más PVC reciclado, la resistencia a la compresión disminuye, de mismo modo, al considerar adicionar PVC reciclado, es mejor que considerar reemplazarlo por agregado grueso o fino, de este modo, se puede usar el PVC reciclado de manera que no afecte significativamente al concreto, bajando su resistencia a niveles menores que el de su diseño.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abanto, F. (2009). *Tecnología del concreto (Teoría y problemas)*. San Marcos EIRL.
- Ancizar, A. (2019). Ecobloque estructural para vivienda de interés rural: Un aporte para las comunidades del Alto Magdalena. *Revista de Universidad Piloto de Colombia* .
- Asoven PVC. (2018). *Qué es el PVC*. Obtenido de <https://www.asoven.com/pvc/que-es-el-pvc-ventajas-fabricacion-e-impacto-ambiental/>
- Astopilco Valiente, A. J. (2015). COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE UNIDADES DE LADRILLOS DE CONCRETO Y OTROS ELABORADOS CON RESIDUOS PLÁSTICOS DE PVC, CAJAMARCA, 2015. *Universidad Privada del Norte*.
- Budenheim. (2021). *Soluciones*. Obtenido de Construcción: <https://www.budenheim.com/es/soluciones/construccion/concreto?type=98>
- Campos, M. (2017). *PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS*. Bayóvar.
- Colmenares, L. (2014). *Términos Básicos*.
- Del Carpio, V. G. (2018). *Módulo de finura*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/383903764/Modulo-de-Finura>
- Di Marco Morales, R. O. (2015). Diseño y elaboración de un sistema de adoquines de bajo costo y material reciclado para construcciones en núcleos rurales. *ResearchGate*.
- García , A., & Quiroz , R. (2018). *Arquitectura y tecnología constructiva: Análisis de caso, Elaboración de paneles prefabricados a base de cascara de maní y polietileno reciclado PET, para la aplicación en los procesos constructivos de proyectos arquitectónicos: (Informe de pregrado)*. Universidad San Gregorio: Ecuador.
- Harmesen, T. (2005). *Diseño de Estructuras de concreto armado* . Perú: (4° ed.).
- Hoyos, L. (2015). Enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Revista Góndola*.
- IMCYC. (2006). El concreto en obra: Pruebas de resistencia a la compresión de concreto.
- INDECOPI. (2014). *NTP 400.037*. Obtenido de Especificaciones normalizadas para agregados en concreto.: [https://kupdf.com/download/ntp\\_4000372014-agregados-especificaciones-para-agregados-en-concretopdf\\_5a4233e7e2b6f52b4b9a7232\\_pdf](https://kupdf.com/download/ntp_4000372014-agregados-especificaciones-para-agregados-en-concretopdf_5a4233e7e2b6f52b4b9a7232_pdf)
- Instituto Superior del Medio Ambiente . (26 de Abril de 2018). *ISM Instituto Superior del Medio Ambiente*. Obtenido de Residuos de construcción y demolición (RCD), apostando por su adecuada gestión: <https://www.ismedioambiente.com/residuos-de-construccion-y-demolicion-rcds-apostando-por-su-adeuada-gestion/>
- Juan Felipe Ortiz Urquijo, J. B. (2019). *EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE RESIDUO PVC UTILIZADO COMO REEMPLAZO PARCIAL DE AGREGADOS EN CONCRETO HIDRÁULICO* . .
- Kosmatka et al. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. EEUU: Portland Cement

Association.

- Leandro Hernández, A. G. (2007). *Administración y Manejo de los Desechos en Proyectos de Construcción*. Cartago: CIVCO.
- Léctor Lafitte, M. A., & Villareal Brragán, E. J. (2017). UTILIZACIÓN DE MATERIALES PLÁSTICOS DE RECICLAJE COMO ADICIÓN EN LA ELABORACION DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE NUEVO CHIMBOTE. *Universidad Nacional de Santa*.
- Limusa , W., & Hornbostel. (1999). *Materiales para Construcción*.
- Ministerio del Ambiente. (2008). *INFORME DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS NO MUNICIPALES*. Lima.
- Ministerio del Ambiente. (2021). *MANEJO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN*. Obtenido de file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/MANEJO-DE-RESIDUOS-DE-CONSTRUCCI%C3%93N-21-x-15-ok-2.pdf
- NTP 334.009. (2018). INDECOPI. *Cementos Portland Requisitos*. Lima, Perú: 3era edición.
- NTP 339.183. (2018). Norma Técnica Peruana 339.183. En INDECOPI, “*Concreto Práctica normalizada para elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio*”. Lima Perú: 2da edición. Obtenido de Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio.
- OEFA. (2014). *Fiscalización Ambiental de Residuos Sólidos de gestión municipal provincial*. Lima: OEFA.
- Ortiz Urquijo, J. F., & Duran Moreno, J. B. (2019). Evaluación del comportamiento de residuo pvc utilizado como reemplazo parcial de agregados en concreto hidráulico. *Unipiloto.edu.co*.
- Parra Nauca, C. K. (2019). Aplicación del plástico reciclable en la mezcla de concreto f'c=210 kg/cm2 para. *Universidad Cesar Vallejo*.
- Pasquel, C. E. (1998). *Temas de Tecnología de Concreto*.
- Pérez, J. R. (2018). *Estudio de resistencia a la compresión del concreto F'c= 210kg/cm2, con la adición de plástico reciclado (PET), en la ciudad de Tarapoto*.
- PETCO S. A. (2018). Estructura molecular del PVC .
- Remolina, J. (2018). *DETERMINACIÓN DE PARAMETROS FISICO-MECANICOS Y DE DURABILIDAD (Informe de pregrado)*. Universidad de la Costa. Obtenido de <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/247/1140886779.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Residuos Profesional. (2016). NUEVA GUÍA PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN EN AMÉRICA LATINA. *Residuos Profesionales*, 1.
- Rivero, P. (2009). *Definición de terminos básicos: Centro de investigacion en Gestión de Riesgos*.
- Rivva, E. (2000). *Naturalez y Materiales de concreto*. Lima: Capítulo peruano ACI.

- Romero, J. (2016). Lineamientos Base para Elaborar un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en Ixtlahuaca. *Revista de Quivera*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/401/40149179006.pdf>
- Sarabia, P., & Vejarano, F. (2019). *INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLICLORURO DE VINILO*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Sifuentes, A. J. (2016). *Resistencia a compresión uniaxial de concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> de agregados de cerro con la adición de fibras de polipropileno*, UPN- 2016.
- Textos Científicos. (2008). Policloruro de Vinillo - PVC.
- Viegas , F., & Barros, M. (2016). Evaluación cualitativa de asilaciones térmicas alternativas para viviendas. *Revista de INVE*, 31 (86), 89 - 117.

## **ANEXOS.**

1. Anexo N°01: Requisitos granulométricos del agregado grueso
2. Anexo N°02: Panel fotográfico
3. Anexo N°03: Formatos utilizados en el ensayo

## ANEXO 01: REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DEL AGREGADO GRUESO.

<b>TABLE 1 Grading Requirements for Coarse Aggregates</b>														
Size Number	Nominal Size (Sieves with Square Openings)	Amounts Finer than Each Laboratory Sieve (Square-Openings), Mass Percent												
		100 mm (4 in)	90 mm (3 1/2 in)	75 mm (3 in)	63 mm (2 1/2 in)	50 mm (2 in)	37.5 mm (1 1/2 in)	25 mm (1 in)	19 mm (3/4 in)	12.5 mm (1/2 in)	9.5 mm (3/8 in)	4.75mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)
1	90 to 37.5 mm (3 1/2 to 1 1/2 in)	100	90 to 100	.....	25 to 60	.....	0 to 15	.....	0 to 5	.....	.....	.....	.....	.....
2	63 to 37.5 mm (2 1/2 to 1 1/2 in)	.....	.....	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	.....	0 to 5	.....	.....	.....	.....	.....
3	50 to 25 mm (2 to 1 in)	.....	.....	.....	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	.....	0 to 5	.....	.....	.....	.....
357	50 to 4.75 mm (2 in to N° 4)	.....	.....	.....	100	90 to 100	.....	35 to 70	.....	10 to 30	.....	0 to 5	.....	.....
4	37.5 to 19 mm (1 1/2 to 3/4 in)	.....	.....	.....	.....	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	.....	0 to 5	.....	.....	.....
467	37.5 to 4.75 mm (1 1/2 in to N° 4)	.....	.....	.....	.....	100	90 to 100	.....	35 to 70	.....	10 to 30	0 to 5	.....	.....
5	25.0 to 12.5 mm (1 to 1/2 in)	.....	.....	.....	.....	.....	100	90 to 100	20 to 55	0 to 10	0 to 5	.....	.....	.....
56	25.0 to 9.5 mm (1 to 3/8 in)	.....	.....	.....	.....	.....	100	90 to 100	40 to 85	10 to 40	0 to 15	0 to 5	.....	.....
57	25.0 to 4.75 mm (1 in to N° 4)	.....	.....	.....	.....	.....	100	95 to 100	.....	25 to 60	.....	0 to 10	0 to 5	.....
6	19.0 to 9.5 mm (3/4 to 3/8 in)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	0 to 5	.....	.....
67	19.0 to 4.75 mm (3/4 in to N° 4)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90 to 100	.....	20 to 55	0 to 10	0 to 5	.....
7	12.5 to 4.75 mm (1/2 in to N° 4)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90 to 100	40 to 70	0 to 15	0 to 5	.....
8	9.5 to 2.36 mm (3/8 in to N° 8)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	85 to 100	10 to 30	0 to 10	0 to 5
89	9.5 to 1.18 mm (3/8 in to N° 16)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90 to 100	20 to 55	5 to 30	0 to 10
9A	4.75 to 1.18 mm (N° 4 to N° 16)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	95 to 100	10 to 40	0 to 10

A. Size Number 9 aggregate is defined in terminology C 125 is a fine aggregate. It is included as a coarse aggregate when it is combined with a size number 8 material to create a size number 89, which is a coarse aggregate as defined by Terminology C 125.

Fuente: ASTM C33 / NTP 400.037, 2001

## ANEXO 02: PANEL FOTOGRÁFICO

### Obtención de los agregados de la Cantera La Victoria.



**Fotografía N° 1:** Inspección de los agregados en la cantera La victoria.



**Fotografía N° 2:** Obtención del agregado grueso



**Fotografía N° 3:** Obtención del agregado fino.

### Ensayo Contenido de humedad del agregado fino.



**Fotografía N° 4:** Instrumentos a utilizar



**Fotografía N° 6:** Muestra húmeda por 24 horas en el horno

**Fotografía N° 5:** Pesos

**Fotografía N° 5:** Pesos



**Fotografía N° 7:** Muestra seca – después de 24 horas.

**Ensayo Contenido de humedad del agregado grueso.**



**Fotografía N° 8:** Instrumentos

**Fotografía N° 8:** Instrumentos



**Fotografía N° 9:** Peso de taras vacías

**Fotografía N° 9:** Peso de taras vacías



**Fotografía N° 10:** Taras en el horno por 24 horas

**Ensayo Contenido de granulometría – Agregado Grueso**



**Fotografía N° 11:** Agregado a ensayar 2005.1g



**Fotografía N° 12:** Tamices.

**Fotografía N° 11:** Agregado a ensayar 2005.1g

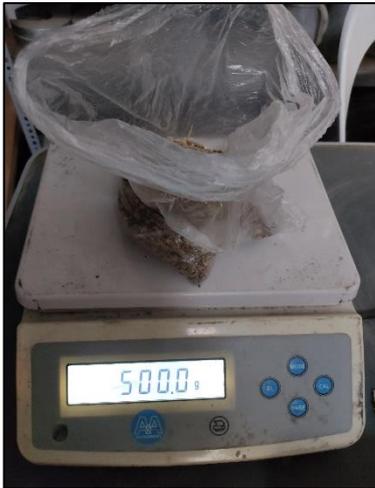


**Fotografía N° 13:** Tamizando el agregado grueso



**Fotografía N° 14:** Muestra retenida en las mallas

**Ensayo Contenido de granulometría – Agregado Fino.**



**Fotografía N° 15:** Peso de agregado fino a ensayar-



**Fotografía N° 16:** Limpieza de tamices

**Fotografía N° 16:** Limpieza de tamices



**Fotografía N° 17:** Tamizando el agregado fino

**Fotografía N° 17:** Tamizando el agregado fino



**Fotografía N° 18:** Tamizando cada malla

**Fotografía N° 18:** Tamizando cada malla

**Ensayo Peso Unitario suelto de agregado fino.**



**Fotografía N° 19:** Instrumentos y material seco para el ensayo



**Fotografía N° 20:** Toma de medidas, diámetro y altura del recipiente.



**Fotografía N° 21:** Peso de recipiente

**Fotografía N° 21:** Peso de recipiente



**Fotografía N° 22:** Añadiendo el agregado fino seco.



**Fotografía N° 23:** Enrazando.

**Fotografía N° 23:** Enrazando.



**Fotografía N° 25:** Peso Vez N° 1: 15100g

**Fotografía N° 25:** Peso Vez N° 1: 15100g



**Fotografía N° 27:** Peso Vez N° 3: 15697g

**Fotografía N° 27:** Peso Vez N° 3: 15697g

**Fotografía N° 24:** Peso del recipiente + agregado fino seco suelto.

**Fotografía N° 24:** Peso del recipiente + agregado fino seco suelto.



**Fotografía N° 26:** Peso Vez N° 2: 15654g

**Fotografía N° 26:** Peso Vez N° 2: 15654g



**Fotografía N° 28:** Recolección de datos

**Fotografía N° 28:** Recolección de datos

**Ensayo Peso Unitario suelto de agregado grueso.**



**Fotografía N° 29:** Instrumentos para el ensayo



**Fotografía N° 30:** Agregado grueso seco para el ensayo

**Fotografía N° 29:** Instrumentos para el ensayo



**Fotografía N° 31:** Añadiendo el agregado grueso al recipiente



**Fotografía N° 32:** Enrazando



**Fotografía N° 33:** Peso VeZ N° 1: 13052g; VeZ N°2: 12916g; N°3: 12757g

**Fotografía N° 33:** Peso VeZ N° 1: 13052g; VeZ N°2: 12916g; N°3: 12757g

### Ensayo Peso Unitario Compactado de agregado fino.



**Fotografía N° 34:** Instrumentos



**Fotografía N° 35:** Agregado fino seco



**Fotografía N° 36:** Agregado el material al recipiente



**Fotografía N° 37:** Compactando con 25 golpes en cada capa.



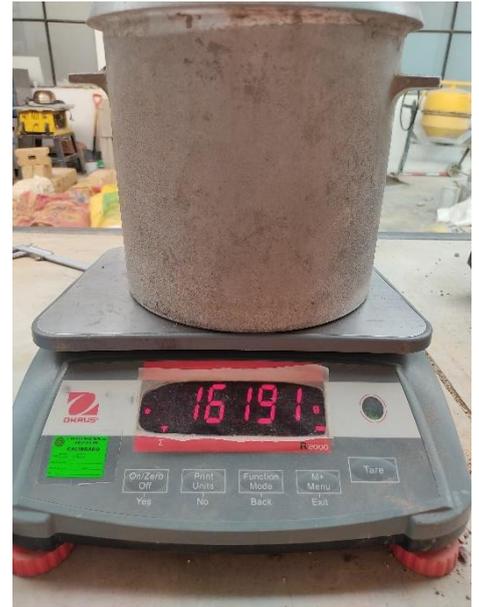
**Fotografía N° 38:** Compactando con 25 golpes, la tercera capa



**Fotografía N° 39:** Enrazando



**Fotografía N° 40: Peso 1: 15929g**



**Fotografía N° 41: Peso 2: 16191g**



**Fotografía N° 42: Peso 3: 16242g**

### Ensayo Peso Unitario Compactado de agregado grueso.



**Fotografía N°43** Instrumentos para el ensayo



**Fotografía N° 44:** Agregado grueso seco para el ensayo.



**Fotografía N° 45:** Agregado seco al recipiente



**Fotografía N° 46:** Compactando a 1/3



**Fotografía N° 47:** Compactando última capa



**Fotografía N° 48:** Enrazando



**Fotografía N° 49:** Peso N° 1: 13492g



**Fotografía N° 50:** Peso N° 1: 13587g



**Fotografía N° 51:** Peso N° 1: 13501g

**Ensayo Peso Específico y absorción de agregado fino.**



**Fotografía N° 52:** Material tamizado por la malla N°4



**Fotografía N° 53:** Reposo de 24 horas en agua



**Fotografía N° 54:** Decantación



**Fotografía N° 55:** Muestra saturada



**Fotografía N° 56:** Secado parcial de material



**Fotografía N° 57:** Prueba de cono



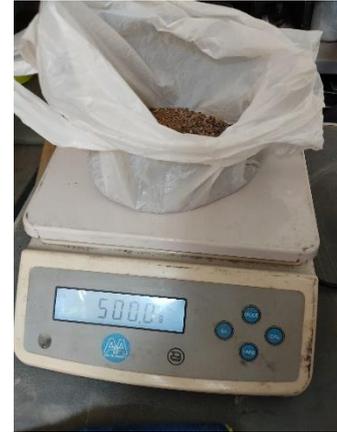
**Fotografía N° 58:** Apisonado con 25 golpes



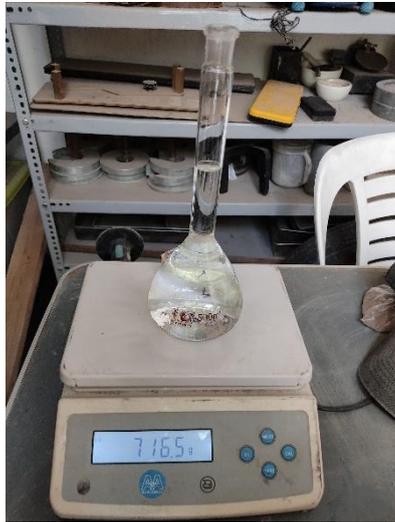
**Fotografía N° 59:** Apisonado con 25 golpes  
cada 1/3



**Fotografía N° 60:** Material parcialmente saturado.



**Fotografía N° 61:** Pesar 500g



**Fotografía N° 62:** Peso de la fiola + agua hasta la marca 500ml; 716.5g



**Fotografía N° 63:** Adición de material a la fiola con agua



**Fotografía N° 64:** Eliminación de vacíos



**Fotografía N° 65:** Secado por 24 horas en el horno,

**Ensayo Peso Específico y absorción de agregado grueso.**



**Fotografía N° 66:** Lavado del agregado grueso para eliminar partículas



**Fotografía N° 67:** Secado por 24 horas en el horno a una temperatura de 100°



**Fotografía N° 68:** Agregado grueso seco, reposo en agua por 24 horas.



**Fotografía N° 69:** Secado superficial del material con un paño



**Fotografía N° 70:** Peso de 3 kilos



**Fotografía N° 71:** Realización de ensayo



**Fotografía N° 72:** Canastilla con agregado en agua



**Fotografía N° 73:** Retirar el material y secar por 24 horas



**Fotografía N° 74:** Secado por 24 horas

### Diseño de mezcla



**Fotografía N° 75:** Material



**Fotografía N° 76:** mezcla



**Fotografía N° 77: Llenado y apisonado**



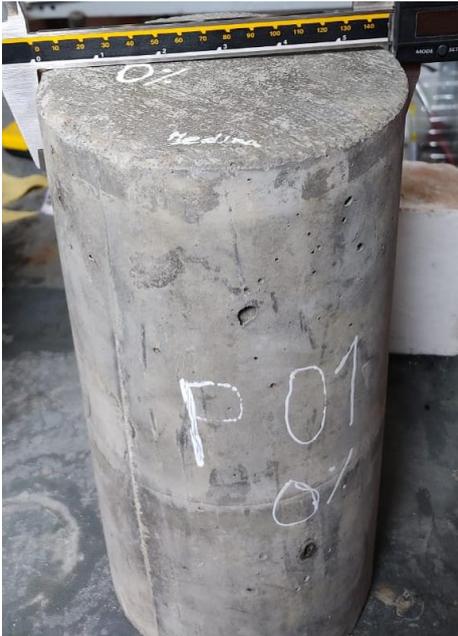
**Fotografía N° 78: Probetas en estado fresco**



**Fotografía N° 79: Curado de probetas**



**Ensayo de compresión:**



**Fotografía N° 80: Toma de medidas**



**Fotografía N° 81: Toma de medidas**



**Fotografía N° 82: Probeta sometida a compresión**

**ANEXO 03: FORMATOS UTILIZADOS EN LOS ENSAYOS**



**CONSORCIO  
JCB  
ASOCIADOS**

*"Trabajamos con Ingeniería de la Calidad"*

- Geotecnia
- Mecánica de Suelos
- Concreto
- Pavimentos



### CERTIFICADO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

MATERIAL	AGREGADO FINO
PROYECTO	"INFLUENCIA DEL PVC RECICLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c 175 kg/cm2 EN VEREDAS DE CAJAMARCA PERÚ EN EL AÑO 2021"
ASESOR DE LABORATORIO	ING° ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
SOLICITANTE	ANTONELLA ELIZABETH MEDINA SALDAÑA, WILDER PAUL BARDALES GUTIERREZ
UBICACIÓN	CAJAMARCA – CAJAMARCA – CAJAMARCA
FECHA	28 SETIEMBRE DE 2021

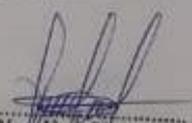
ID	DESCRIPCIÓN	UND	AGREGADO FINO					
			1	2	3	4	5	6
A	Identificación de tara	-	T1	T2	T3	T4	T5	T6
B	Peso de Tara	gr	27.7	27.8	26.6	27.7	27.8	27.5
C	Peso de la Tara + muestra húmeda	gr	267.7	275.3	256.7	275.6	270.2	258.2
D	Peso de la Tara + muestra seca	gr	255.3	262.3	244.7	262.1	256.7	246.6
E	Peso muestra húmeda C-B	gr	240	247.5	230.1	247.9	242.4	230.7
F	Peso de la muestra seca D-B	gr	227.6	234.5	218.1	234.4	228.9	219.1
G	Peso del agua E-F	gr	12.4	13	12	13.5	13.5	11.6
H	Contenido de humedad ((E-F)/F*100)	%	5.45	5.54	5.50	5.76	5.90	5.29
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO		%	5.57					

$$W\% = \frac{\text{PESO MUESTRA HÚMEDA} - \text{PESO MUESTRA SECA}}{\text{PESO DE MUESTRA SECA}} \times 100$$

OBSERVACIONES:

- Las muestras han sido elaboradas y proporcionadas por el solicitante, por lo que el laboratorio solo se responsabiliza.



**Roger Hugo Pérez Acuña**  
INGENIERO CIVIL  
REG. C. I. P. N° 45865

Cajamarca, setiembre de 2021

180. La Alameda Mz. 14-15  
Cajamarca - Perú  
Telfs. 075 699573 / 075 314230  
laboratorio.suelos@jcbasociados.com



"Trabajamos con Ingeniería de la Calidad"

- Geotecnia
- Mecánica de Suelos
- Concreto
- Pavimentos



## CERTIFICADO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

MATERIAL	AGREGADO GRUESO
PROYECTO	"INFLUENCIA DEL PVC RECICLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c 175 kg/cm2 EN VEREDAS DE CAJAMARCA PERÚ EN EL AÑO 2021"
ASESOR DE LABORATORIO	ING° ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
SOLICITANTE	ANTONELLA ELIZABETH MEDINA SALDAÑA, WILDER PAUL BARDALES GUTIERREZ
UBICACIÓN	CAJAMARCA – CAJAMARCA – CAJAMARCA
FECHA	28 SETIEMBRE DE 2021

ID	DESCRIPCIÓN	UND	AGREGADO GRUESO					
			1	2	3	4	5	6
A	Identificación de tara	-	M1	M2	M3	M4	M5	M6
B	Peso de Tara	gr	73.3	83.4	73.1	73.1	73.7	73.5
C	Peso de la Tara + muestra húmeda	gr	986.3	831.3	829.5	827.9	799.0	900.0
D	Peso de la Tara + muestra seca	gr	971.8	819	817.6	816.2	787.6	889
E	Peso muestra húmeda C-B	gr	913	747.9	756.4	754.8	725.3	826.5
F	Peso de la muestra seca D-B	gr	898.5	735.6	744.5	743.1	713.9	815.5
G	Peso del agua E-F	gr	14.5	12.3	11.9	11.7	11.4	11
H	Contenido de humedad ((E-F)/F*100)	%	1.61	1.67	1.60	1.57	1.60	1.35
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO		%	1.57					

$$W\% = \frac{\text{PESO MUESTRA HÚMEDA} - \text{PESO MUESTRA SECA}}{\text{PESO DE MUESTRA SECA}} \times 100$$

OBSERVACIONES:

1. Las muestras han sido elaboradas y proporcionadas por el solicitante, por lo que el laboratorio solo se responsabiliza.

**Roger Hugo Pérez Acuña**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.I.P. N° 4586

Cajamarca, setiembre de 2021

Urb. La Alameda Mz. H-15  
 Cajamarca - Perú  
 Telfs. 976 899578 / 076 314229  
 laboratorio.tarelas@jcbasociados.com



**CONSORCIO  
JCB  
ASOCIADOS**

*"Trabajamos con  
Ingeniería de la Calidad"*

- Geotecnia
- Mecánica de Suelos
- Concreto
- Pavimentos



---

## CERTIFICADO DE GRANULOMETRÍA

MATERIAL	AGREGADO FINO
PROYECTO	"INFLUENCIA DEL PVC RECICLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c 175 kg/cm2 EN VEREDAS DE CAJAMARCA PERÚ EN EL AÑO 2021"
ASESOR DE LABORATORIO	ING° ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
SOLICITANTE	ANTONELLA ELIZABETH MEDINA SALDAÑA, WILDER PAUL BARDALES GUTIERREZ
UBICACIÓN	CAJAMARCA – CAJAMARCA – CAJAMARCA
FECHA	30 DE SETIEMBRE DE 2021

GRANULOMETRÍA AGREGADO FINO								
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE RETENIDO %	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE PASANTE ACUMULADO	HUSOS GRANULOMÉTRICOS	
	(pulg)	(mm)					LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR
	(3/8)	9.51	0	0.00	0.00	100.00	100	
1	N° 4	4.75	9.00	1.81	1.81	98.19	95	100
2	N° 8	2.36	69.9	14.05	15.86	84.14	80	100
4	N° 16	1.18	113.37	22.79	38.64	61.36	50	85
5	N° 30	0.6	135.5	27.23	65.88	34.12	25	60
6	N° 50	0.3	69.38	13.94	79.82	20.18	10	30
7	N° 100	0.15	59.6	11.98	91.80	8.20	2	10
	N° 200	0.075	20.17	4.05	95.85	4.15	0	0
9	Bandeja	0	20.64	4.15	100.00	0.00	-	-
sumatoria			497.56					

M.F. A.F.

2.94

OBSERVACIONES:

- Las muestras han sido elaboradas y proporcionadas por el solicitante, por lo que el laboratorio solo se responsabiliza.



Roger Hugo Pérez Acuña  
INGENIERO CIVIL  
REG. C. I. P. N° 458c

Cajamarca, setiembre de 2021

Urb. La Alameda Mz. H-15  
Cajamarca - Perú  
Tels. 076 099078 / 076 314239  
laboratorio.suelos@jcbasociados.com



"Trabajamos con Ingeniería de la Calidad"

- Geotecnia
- Mecánica de Suelos
- Concreto
- Pavimentos



### CERTIFICADO DE GRANULOMETRÍA

MATERIAL	AGREGADO GRUESO
PROYECTO	"INFLUENCIA DEL PVC RECICLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c 175 kg/cm2 EN VEREDAS DE CAJAMARCA PERÚ EN EL AÑO 2021"
ASESOR DE LABORATORIO	ING° ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
SOLICITANTE	ANTONELLA ELIZABETH MEDINA SALDAÑA, WILDER PAUL BARDALES GUTIERREZ
UBICACIÓN	CAJAMARCA – CAJAMARCA
FECHA	30 DE SETIEMBRE DE 2021

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE RETENIDO %	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE PASANTE ACUMULADO	HUSOS GRANULOMÉTRICOS	
	(pulg)	(mm)					LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR
2	2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00		
3	1 1/2"	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00		
4	1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00	100	
5	3/4"	19	80.40	4.01	4.01	95.99	90	100
6	1/2"	12.7	938.60	46.83	50.84	49.16	20	55
7	3/8"	9.51	710.30	35.44	86.28	13.72	0	15
8	N° 4	4.76	260.90	13.02	99.30	0.70	0	5
15	Bandeja	-	14.00	0.70	100.00	0.00		
sumatoria			2004.20	100.00				

M.F. A.G. **6.90**

OBSERVACIONES:

1. Las muestras han sido elaboradas y proporcionadas por el solicitante, por lo que el laboratorio solo se responsabiliza.

*Roger Hugo Pérez Acuña*  
**Roger Hugo Pérez Acuña**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.I.P. N° 45865

Cajamarca, setiembre de 2021

Urb. La Alameda Mz. H-15  
 Cajamarca - Perú  
 Telfs. 978 888078 / 878 314238  
 laboratorio.sucrena@jcbasociados.com



**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO**  
Ref. AASHTO T-19

PROYECTO : TESIS - "INFLUENCIA DEL PVC RECICLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c 175 kg/cm2 EN VEREDAS DE CAJAMARCA PERÚ EN EL AÑO 2021"

DESCRIPCIÓN : AGREGADO FINO

CÓDIGO DE MUESTRA : KISAC-LMS-106-2021 MUESTREADO POR : EL SOLICITANTE

FECHA DE ENSAYO : 02/10/2021

UBICACIÓN : CAJAMARCA - PERU

SOLICITANTE : MEDINA SALDAÑA ANTONELLA ELIZABETH

**PESO UNITARIO SUELTO**

No de Prueba	UND	1	2	3
PESO DE RECIPIENTE + MUESTRA	gr	15100.0	15654.0	15697.0
PESO DEL RECIPIENTE	gr	3421.0	3421.0	3421.0
PESO DE LA MUESTRA	gr	11679.0	12233.0	12276.0
VOLUMEN	cm <sup>3</sup>	7426.4	7426.4	7426.4
PESO UNITARIO SUELTO	gr/cm <sup>3</sup>	1.573	1.647	1.653
PROMEDIO gr/cm <sup>3</sup>				<b>1.624</b>
	kg/m <sup>3</sup>	1572.63	1647.22	1653.01
PROMEDIO Kg/m <sup>3</sup>				<b>1624.29</b>

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

No de Prueba	UND	1	2	3
PESO DE RECIPIENTE + MUESTRA	gr	15929.0	16191.0	16242.0
PESO DEL RECIPIENTE	gr	3421.0	3421.0	3421.0
PESO DE LA MUESTRA	gr	12508.0	12770.0	12821.0
VOLUMEN	cm <sup>3</sup>	7426.4	7426.4	7426.4
PESO UNITARIO COMPACTADO	gr/cm <sup>3</sup>	1.684	1.720	1.726
PROMEDIO gr/cm <sup>3</sup>				<b>1.710</b>
	kg/m <sup>3</sup>	1684.25	1719.53	1726.40
PROMEDIO Kg/m <sup>3</sup>				<b>1710.063</b>

EJECUTÓ	REVISÓ	APROBÓ	Vo. Bo.
 TÉCNICO DE LABORATORIO NOMBRE Y FIRMA	 KAOLIN INGENIEROS SAC Ing. Cristian R. Villanueva Beza ESP. EN SUELOS Y PAVIMENTOS CIP: 116722	ING° QC NOMBRE Y FIRMA	ING° QA NOMBRE Y FIRMA
FECHA:	FECHA:	FECHA:	

 <b>PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO</b> Ref. AASHTO T-19				
PROYECTO : TESIS - "INFLUENCIA DEL PVC RECICLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c 175 kg/cm <sup>2</sup> EN VEREDAS DE CAJAMARCA PERÚ EN EL AÑO 2021" DESCRIPCIÓN : AGREGADO GRUESO CÓDIGO DE MUESTRA : KISAC-LMS-105-2021 MUESTREADO POR : EL SOLICITANTE FECHA DE ENSAYO : 02/10/2021 UBICACIÓN : CAJAMARCA - PERU SOLICITANTE : MEDINA SALDAÑA ANTONELLA ELIZABETH				
PESO UNITARIO SUELTO				
No de Prueba	UND	1	2	3
PESO DE RECIPIENTE + MUESTRA	gr	13052.0	12916.0	12757.0
PESO DEL RECIPIENTE	gr	3421.0	3421.0	3421.0
PESO DE LA MUESTRA	gr	9631.0	9495.0	9336.0
VOLUMEN	cm <sup>3</sup>	7426.4	7426.4	7426.4
PESO UNITARIO SUELTO	gr/cm <sup>3</sup>	1.297	1.279	1.257
PROMEDIO gr/cm <sup>3</sup>				<b>1.278</b>
	kg/m <sup>3</sup>	1296.85	1278.54	1257.13
PROMEDIO Kg/m <sup>3</sup>				<b>1277.509</b>
PESO UNITARIO COMPACTADO				
No de Prueba	UND	1	2	3
PESO DE RECIPIENTE + MUESTRA	gr	13492.0	13587.0	13501.0
PESO DEL RECIPIENTE	gr	3421.0	3421.0	3421.0
PESO DE LA MUESTRA	gr	10071.0	10166.0	10080.0
VOLUMEN	cm <sup>3</sup>	7426.4	7426.4	7426.4
PESO UNITARIO COMPACTADO	gr/cm <sup>3</sup>	1.356	1.369	1.357
PROMEDIO gr/cm <sup>3</sup>				<b>1.361</b>
	kg/m <sup>3</sup>	1356.10	1368.89	1357.31
PROMEDIO Kg/m <sup>3</sup>				<b>1360.770</b>
EJECUTÓ		REVISÓ		APROBÓ
 TÉCNICO DE LABORATORIO NOMBRE Y FIRMA		 KAOLY INGENIEROS SAC Ing. Lilian R. Villanueva Ballein ESP. EN SUELOS Y PAVIMENTOS CIP. 116722		ING° QC NOMBRE Y FIRMA
Vo. Bo.		Vo. Bo.		Vo. Bo.
FECHA:		FECHA:		FECHA:



"Trabajamos con Ingeniería de la Calidad"

- Geotecnia
- Mecánica de Suelos
- Concreto
- Pavimentos



## CERTIFICADO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN

MATERIAL	AGREGADO FINO
PROYECTO	"INFLUENCIA DEL PVC RECICLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c 175 kg/cm2 EN VEREDAS DE CAJAMARCA PERÚ EN EL AÑO 2021"
ASESOR DE LABORATORIO	ING° ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
SOLICITANTE	ANTONELLA ELIZABETH MEDINA SALDAÑA, WILDER PAUL BARDALES GUTIERREZ
UBICACIÓN	CAJAMARCA – CAJAMARCA – CAJAMARCA
FECHA	02 DE OCTUBRE DE 2021

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN AGREGADO FINO			
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1
A	PESO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO DEL AGREGADO (PSSS)	gr	500.00
B	PESO DEL FRASCO + AGUA HASTA LA MARCA 500ML	gr	716.50
C	PESO DEL FRASCO + AGUA + PSSS C=A+B	gr	1216.50
D	PESO DEL FRASCO + PSSS + AGUA HASTA LA MARCA DE 500 ML	gr	1027.00
E	VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACÍO E=C-D	cm3	189.50
F	PESO SECO DEL AGREGADO (EN ESTUFA A 105°C + 5°C)	gr	498.80
G	VOLUMEN DE MASA G=E-(A-F)	cm3	188.30
H	PESO ESPECÍFICO H=F/E	gr/cm3	2.63
I	PESO ESPECÍFICO SATURADO I=A/E	gr/cm3	2.64
J	PESO ESPECÍFICO APARENTE J=F/G	gr/cm3	2.65
K	ABSORCIÓN K=((A-F)/100)*100	%	1.20%

**OBSERVACIONES:**

1. Las muestras han sido elaboradas y proporcionadas por el solicitante, por lo que el laboratorio solo se responsabiliza.

**Roger Hugo Pérez Acuña**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.I.P. N° 4586

Cajamarca, octubre de 2021

Urb. La Alameda 54c, 16-15  
 Cajamarca - Perú  
 Telf: 978 890078 / 078 314228  
 laboratorio.suelos@jcbasociados.com



"Trabajamos con Ingeniería de la Calidad"

- Geotecnia
- Mecánica de Suelos
- Concreto
- Pavimentos



## CERTIFICADO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN

MATERIAL	AGREGADO GRUESO
PROYECTO	"INFLUENCIA DEL PVC RECICLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c 175 kg/cm2 EN VEREDAS DE CAJAMARCA PERÚ EN EL AÑO 2021"
ASESOR DE LABORATORIO	ING° ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
SOLICITANTE	ANTONELLA ELIZABETH MEDINA SALDAÑA, WILDER PAUL BARDALES GUTIERREZ
UBICACIÓN	CAJAMARCA – CAJAMARCA – CAJAMARCA
FECHA	02 DE OCTUBRE DE 2021

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN AGREGADO GRUESO			
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1
A	PESO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO DEL SUELO EN AIRE	gr	3000.50
B	PESO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO DEL SUELO EN AGUA	gr	1522.30
C	VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACÍO C=A-B	gr	1478.20
D	PESO SECO DEL SUELO (EN ESTUFA A 105°C+5°C)	gr	2973.98
E	VOLUMEN DE MASA E=C-(A-D)	cm3	1451.68
F	PESO ESPECÍFICO BULK (BASE SECA) F=D/C	gr	2.01
G	PESO ESPECÍFICO (BASE SATURADA) G=A/C	cm3	2.03
H	PESO ESPECÍFICO APARENTE H=D/E	gr/cm3	2.05
I	ABSORCIÓN I=(A-D/D)*100	gr/cm3	0.89%

### OBSERVACIONES:

1. Las muestras han sido elaboradas y proporcionadas por el solicitante, por lo que el laboratorio solo se responsabiliza.

Roger Hugo Pérez Acuña  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.I.P. N° 4591

Cajamarca, octubre de 2021

Un: La Alameda Mz. 14-13  
 Cajamarca - Perú  
 Telfs. 975 696978 / 075 314238  
 laboratorio.suelos@trabajamosconcalidad.com



"Trabajamos con Ingeniería de la Calidad"

- Geotecnia
- Mecánica de Suelos
- Concreto
- Pavimentos



## CERTIFICADO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO

MATERIAL	CONCRETO FRESCO
PROYECTO	"INFLUENCIA DEL PVC RECIKLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c 175 kg/cm2 EN VEREDAS DE CAJAMARCA PERÚ EN EL AÑO 2021"
ASESOR DE LABORATORIO	ING <sup>º</sup> ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
SOLICITANTE	ANTONELLA ELIZABETH MEDINA SALDAÑA, WILDER PAUL BARDALES GUTIERREZ
UBICACIÓN	CAJAMARCA – CAJAMARCA – CAJAMARCA
FECHA	NOVIEMBRE DE 2021

DISEÑO DE MEZCLA	ASENTAMIENTO (PULG)
Diseño concreto simple	3.75
Diseño con concreto simple + 6% Pvc reciclado	3.55
Diseño con concreto simple + 12% Pvc reciclado	3.50
Diseño con concreto simple + 18% Pvc reciclado	3.40

CONSISTENCIA	PLÁSTICA
--------------	----------

OBSERVACIONES:

1. Las muestras han sido elaboradas y proporcionadas por el solicitante, por lo que el laboratorio solo se responsabiliza.

*Roger Hugo Pérez Acuña*  
**Roger Hugo Pérez Acuña**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.I.P. N° 45865

Cajamarca, octubre de 2021.



"Trabajamos con Ingeniería de la Calidad"

- Geotecnia
- Mecánica de Suelos
- Concreto
- Pavimentación



### CERTIFICADO DE ENSAYO A COMPRESIÓN

MATERIAL	CONCRETO SIMPLE
PROYECTO	"INFLUENCIA DEL PVC RECICLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c 175 kg/cm2 EN VEREDAS DE CAJAMARCA PERÚ EN EL AÑO 2021"
ASESOR DE LABORATORIO	ING° ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
SOLICITANTE	ANTONELLA ELIZABETH MEDINA SALDAÑA, WILDER PAUL BARDALES GUTIERREZ
UBICACION	CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
FECHA DE ROTURA	CAJAMARCA, NOVIEMBRE DE 2021

PRUEBA Nº	Fecha Fabric.	Fecha Romo	Días	IDENTIFICACION	Resistencia	Resistencia	Carga	Diámetro	Resistencia	Formación	Resistencia	Formación
					Resistente	Kgf/cm2	Resistente	Kgf	cm	Resistente	%	Resistente
1	25-10-21	31-11-21	7	701 - 0%	173	361.27	302.1	14.94	208.02	120.28		
2	25-10-21	01-11-21	7	702 - 0%	173	287.69	29850	14.94	194.94	94.08	131.49	104.81
3	25-10-21	03-11-21	7	703 - 0%	173	366.74	31253	13.00	176.91	100.89		
4	27-10-21	08-11-21	7	A01 - 0% PVC	175	188.80	10254	13.00	108.09	62.09		
5	27-10-21	09-11-21	7	A02 - 0% PVC	175	192.23	19409	14.90	108.43	62.28	100.00	62.23
6	27-10-21	09-11-21	7	A03 - 0% PVC	175	190.22	19381	13.00	108.71	62.69		
7	29-10-21	04-11-21	7	M01 - 12% PVC	175	171.40	17873	13.00	101.10	57.81		
8	29-10-21	04-11-21	7	M02 - 12% PVC	175	165.86	16825	14.99	87.33	54.47	97.23	55.36
9	29-10-21	04-11-21	7	M03 - 12% PVC	175	167.28	16845	13.01	87.38	54.48		
10	28-10-21	05-11-21	7	X01 - 18% PVC	175	132.19	13480	10.00	76.23	43.88		
11	28-10-21	05-11-21	7	X02 - 18% PVC	175	138.13	18221	15.00	91.79	52.48	85.43	47.34
12	29-10-21	05-11-21	7	X03 - 18% PVC	175	117.63	14077	13.01	78.27	45.20		

**OBSERVACIONES:**

1.- Las muestras han sido elaboradas y proporcionadas por el solicitante, por lo que el laboratorio solo se responsabiliza por los procedimientos acorde con los datos obtenidos para los resultados entregables.

*Roger Hugo Pérez Acuña*  
**Roger Hugo Pérez Acuña**  
**INGENIERO CIVIL**  
**REG. C.I.P. N° 45803**

CAJAMARCA, NOVIEMBRE DE 2021

**CONSORCIO JCB ASOCIADOS**

*"Trabajamos con Ingeniería de la Calidad"*

- Geotecnia
- Mecanica de Suelos
- Concreto
- Pavimentos

---

### CERTIFICADO DE ENSAYO A COMPRESIÓN

MATERIAL	CONCRETO SIMPLE		
PROYECTO	"INFLUENCIA DEL PVC RECICLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c 175 kg/cm2 EN VEREDAS DE CAJAMARCA PERÚ EN EL AÑO 2021"		
JEFE DE LABORATORIO	ING° ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA		
OLICITANTE	ANTONELLA ELIZABETH MEDINA SALDAÑA, WILDER PAUL BARDALES GUTIERREZ		
UBICACIÓN	CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA		
FECHA DE BOTURA	CAJAMARCA, NOVIEMBRE DE 2021		

PRUEBA Nº	Fecha Tuber	Fecha Batida	Dias	IDENTIFICACION	Superficie Respetada Egres <sup>2</sup>	Emersura S/N	Carga	Desmenuzamiento	Espesura Mínima Egres <sup>2</sup>	Porcentaje %	Resistencia promedio Egres <sup>2</sup>	Porcentaje promedio %
							Batida Kg					
1	25-08-21	28-11-21	14	P04 - 0%	173	403.03	4726	13.28	335.51	344.82		
2	25-08-21	08-11-21	14	P07 - 0%	171	454.71	4803	13.06	273.78	156.49	251.89	145.22
3	23-10-21	08-11-21	14	P06 - 0%	175	442.71	47128	14.99	239.47	146.19		
4	27-10-21	16-11-21	14	A44 - 8% PVC	179	341.30	34791	14.97	197.47	112.95		
5	27-10-21	04-11-21	14	A03 - 8% PVC	178	331.80	37807	14.99	203.22	134.13	195.61	114.99
6	27-10-21	10-11-21	14	A08 - 8% PVC	178	343.17	34976	15.04	187.82	113.19		
7	28-08-21	11-11-21	14	A04 - 12% PVC	177	342.33	34788	15.00	196.56	112.49		
8	28-08-21	11-11-21	14	A05 - 12% PVC	176	333.57	33997	14.99	192.44	110.66	196.71	107.34
9	28-10-21	11-11-21	14	A06 - 12% PVC	175	364.72	31238	15.00	176.47	108.90		
10	28-08-21	13-11-21	14	A04 - 18% PVC	175	302.59	30834	15.00	174.30	98.71		
11	28-10-21	13-11-21	14	A05 - 18% PVC	177	336.73	31468	14.99	178.50	101.89	174.63	100.97
12	29-10-21	13-11-21	14	A06 - 18% PVC	179	306.56	31285	15.00	177.94	101.27		

**OBSERVACIONES:**  
 1.- Las muestras han sido elaboradas y proporcionadas por el solicitante, por lo que el laboratorio solo se responsabiliza por los procedimientos acorde con los datos obtenidos para los resultados entregados.

CAJAMARCA, NOVIEMBRE DE 2021

**Roger Hugo Pérez Acuña**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C. J. P. N° 4380



**CERTIFICADO DE ENSAYO A COMPRESIÓN**

MATERIAL	CONCRETO SIMPLE
PROYECTO	"INFLUENCIA DEL PVC RECICLADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c 175 kg/cm <sup>2</sup> EN VEREDAS DE CAJAMARCA PERÚ EN EL AÑO 2021"
ASESOR DE LABORATORIO	ING° ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA
SOLICITANTE	ANTONELLA ELIZABETH MEDINA SALDAÑA, WILDER PAUL BARDALES GUTIERREZ
UBICACIÓN	CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
FECHA DE ROTURA	CAJAMARCA, NOVIEMBRE DE 2021

PRUEBA Nº	Fecha Fabric.	Fecha Ensayo	Días	IDENTIFICACION	Resistencia	Resistencia K/N	Capa	Diámetro mm	Resistencia	Perímetro %	Resistencia	Perímetro promedio %
					Resistente Kg/cm <sup>2</sup>		Resaca Kg		Módulo Kg/cm <sup>2</sup>		Resaca Kg/cm <sup>2</sup>	
1	25-10-21	25-11-21	28	P07-0%	175	392.33	31087	15.00	391.47	168.29		
2	25-10-21	27-11-21	30	P08-0%	175	323.91	23801	15.00	323.91	173.09	195.22	171.42
3	25-10-21	22-11-21	28	P08-0%	175	330.91	54119	14.89	308.01	178.21		
4	27-10-21	24-11-21	29	A07-10% PVC	175	390.63	38573	14.89	225.71	128.86		
5	27-10-21	24-11-21	29	A08-10% PVC	175	372.11	37023	15.00	218.01	122.69	201.90	124.62
6	27-10-21	24-11-21	29	A09-10% PVC	175	380.22	36939	15.00	226.42	128.29		
7	28-10-21	29-11-21	28	S07-12% PVC	175	363.98	37289	15.00	216.56	120.22		
8	28-10-21	29-11-21	28	M08-15% PVC	175	368.02	36734	15.01	207.71	118.68	213.48	201.74
9	28-10-21	29-11-21	28	M09-12% PVC	175	384.80	38239	15.00	221.04	126.62		
10	28-10-21	28-11-21	28	S07-18% PVC	175	328.66	33487	14.90	189.80	104.46		
11	28-10-21	28-11-21	28	S08-18% PVC	175	318.90	32482	15.00	183.87	100.87	188.94	188.89
12	28-10-21	28-11-21	28	S09-18% PVC	175	308.21	31394	15.00	178.04	101.74		

**OBSERVACIONES:**

1.- Las muestras han sido elaboradas y proporcionadas por el solicitante, por lo que el laboratorio solo se responsabiliza por los procedimientos acorde con los datos obtenidos para los resultados entregables.

CAJAMARCA, NOVIEMBRE DE 2021

*Roger Hugo Pérez Acuña*  
**ROGER HUGO PÉREZ ACUÑA**  
 INGENIERO CIVIL  
 R.E.D. C.I.P. N° 458C

UPN, S.A. - Universidad Privada del Norte  
 Calle Comercio - Píez  
 Teléfono: 051 919 010 112 / 051 919 314329  
 Email: upn@upnprivada.com