

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
ESCUELA DE POSGRADO  
Programa de Maestría en Gestión Ambiental**



**UNS**  
ESCUELA DE  
**POSGRADO**

---

---

**“Uso de agregados reciclados obtenidos del tratamiento de los residuos de las edificaciones para producir concreto simple en el Distrito de Nuevo Chimbote”**

---

---

**Tesis para optar el grado académico de  
Maestro en Ciencias en Gestión Ambiental**

**Autora:**

**Bach. Palma Vargas, Elizabeth Carolina**

**Asesor:**

**Dr. León Bobadilla, Abner Itamar  
DNI. N° 32942184  
Código ORCID: 0000-0003-2949-6591**

**Nuevo Chimbote - PERÚ  
2023**

## **CONSTANCIA DE ASESORAMIENTO DE LA TESIS**

Yo, Dr. Abner Itamar León Bobadilla, mediante la presente, certifico mi asesoramiento de la Tesis le Maestría titulada: **“Uso de agregados reciclados obtenidos del tratamiento de los residuos de las edificaciones para producir concreto simple en el Distrito de Nuevo Chimbote”**, elaborada por la Bach. Elizabeth Carolina Palma Vargas, para obtener el grado académico de Maestro en Ciencias en Gestión Ambiental en la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa.

Nuevo Chimbote, 09 de agosto del 2022



-----  
Dr, Abner Itamar León Bobadilla

ASESOR

CODIGO ORCID: 0000-0003-2949-6591

DNI:32942184

## CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR

La tesis titulada: “**Uso de agregados reciclados obtenidos del tratamiento de los residuos de las edificaciones para producir concreto simple en el Distrito de Nuevo Chimbote** elaborado por la Bach. Elizabeth Carolina Palma Vargas, para obtener el grado académico de Maestro en Ciencias en Gestión Ambiental, en la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa, ha sido revisado y aprobado por el Jurado Evaluador.



-----  
MSc. Juan Hilarión Villarreal Olaya,

**PRESIDENTE**

CODIGO ORCID: 0000-0002-8931-6540  
DNI:18041504



-----  
Dr Atilio Rubén López Carranza

**SECRETARIO**

CÓDIGO ORCID:0000-0002-3631-2001  
DNI:32965940



-----  
Dr, Abner Itamar León Bobadilla  
**VOCAL**

CODIGO ORCID: 0000-0003-2949-6591  
DNI:32942184



**UNS**  
ESCUELA DE  
POSGRADO

### ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

A los once días del mes de enero del año 2023, siendo las 11 horas, en el aula multimedia N° 01 de la Escuela de Posgrado, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador, designados mediante Resolución Directoral N° 346-2022-EPG-UNS de fecha 08 de agosto de 2022, conformado por: MSc. Juan Hilarión Villarreal Olaya (Presidente), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Secretario) y Dr. Abner Itamar León Bobadilla (Vocal), con la finalidad de evaluar la tesis titulada **USO DE AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LAS EDIFICACIONES PARA PRODUCIR CONCRETO SIMPLE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE**, presentado por la tesista Elizabeth Carolina Palma Vargas, egresado del programa de Maestría en Gestión Ambiental.

Sustentación autorizada mediante Resolución Directoral N° 581-2022-EPG-UNS de fecha 26 de octubre de 2022, modificada con Resolución Directoral N° 594-2022-EPG-UNS de fecha 08 de noviembre de 2022 y con Resolución Directoral N° 007-2023-EPG-UNS de fecha 09 de enero de 2023.


El Presidente del jurado autorizó el inicio del acto académico; producido y concluido el acto de sustentación de tesis, los miembros del jurado procedieron a la evaluación respectiva, haciendo una serie de preguntas y recomendaciones a la tesista, quien dio respuestas a las interrogantes y observaciones.

El jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como APROBADO, asignándole la calificación de DIECISIETE (17).

Siendo las 12:30 horas del mismo día se da por finalizado el acto académico, firmando la presente acta en señal de conformidad.

  
MSc. Juan Hilarión Villarreal Olaya  
Presidente

  
Dr. Atilio Rubén López Carranza  
Secretario

  
Dr. Abner Itamar León Bobadilla  
Vocal

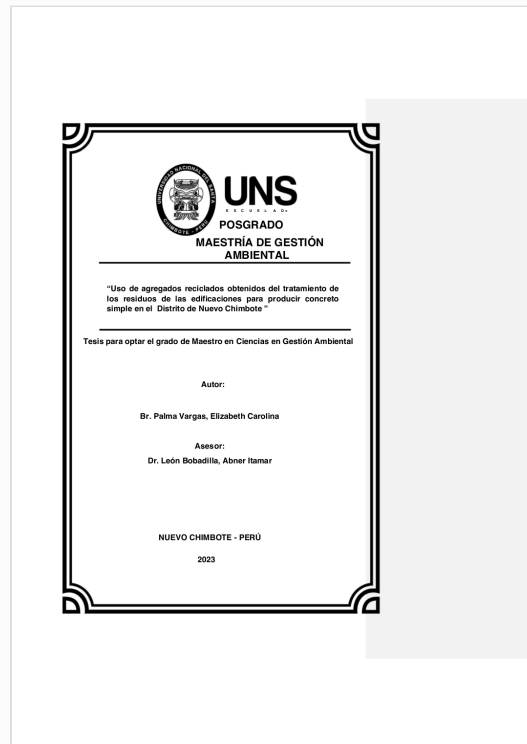


## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Elizabeth Carolina Palma Vargas  
Título del ejercicio: Gestión Ambiental  
Título de la entrega: Uso de agregados reciclados obtenidos del tratamiento de l...  
Nombre del archivo: INFORME\_DE\_TESIS\_-LIZ\_PALMA\_ENERO\_2023\_1.docx  
Tamaño del archivo: 21.39M  
Total páginas: 149  
Total de palabras: 19,972  
Total de caracteres: 107,028  
Fecha de entrega: 08-may.-2023 02:05p. m. (UTC+0000)  
Identificador de la entre... 2087577448



## DEDICATORIA



Dedico esta tesis, a mis padres,  
la Sra. Diocelinda Vargas y el Sr. José Palma,  
seres que en vida me dieron su amor y dedicación.



## Índice

Aval de informe de tesis .....	ii
Constancia de asesoramiento de la tesis .....	iii
Conformidad del jurado evaluador .....	iv
Acta de sustentación de tesis.....	v
Dedicatoria.....	vi
Índice .....	vii
Índice de cuadros .....	ix
Índice de gráficos.....	xi
Índice de fotografías .....	xii
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
Introducción .....	xv
<b>CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>17</b>
1.1 Planteamiento y fundamentación del problema de investigación .....	17
1.2 Antecedentes de la investigación .....	17
1.3 Formulación del problema de investigación .....	19
1.4 Delimitación del estudio.....	19
1.5 Justificación e importancia de la investigación.....	19
1.6 Objetivos .....	19
<b>CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO .....</b>	<b>22</b>
2.1 Fundamentos teóricos de la investigación.....	22
2.2 Marco conceptual .....	54
<b>CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>58</b>
3.1 Hipótesis central de la investigación .....	58
3.2 Variables e indicadores de la investigación .....	58
3.3 Método de la investigación .....	59
3.4 Diseño o esquema de la investigación.....	60
3.5 Población y muestra .....	60
3.6 Actividades del proceso investigativo.....	61

3.7	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	88
3.8	Procedimiento para la recolección de datos .....	89
3.9	Técnicas de procesamiento de datos .....	89
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>		<b>92</b>
4.1	Resultados .....	92
4.2	Discusión.....	101
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>107</b>
5.1	Conclusiones .....	107
5.2	Recomendaciones.....	108
<b>CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>110</b>
<b>CAPÍTULO VII: ANEXOS.....</b>		<b>114</b>
7.1	Anexo 1 – Panel fotográfico.....	114
7.2	Anexo 2 – Ensayos a agregados y diseños de mezcla.....	123



## Índice de cuadros

<b>Cuadro 1.</b>	<i>Dosificación para diferentes elementos estructurales de concreto simple.....</i>	<b>23</b>
<b>Cuadro 2.</b>	<i>Composición química del cemento .....</i>	<b>24</b>
<b>Cuadro 3.</b>	<i>Óxidos componentes del cemento .....</i>	<b>24</b>
<b>Cuadro 4.</b>	<i>Residuos peligrosos de la Construcción y demolición.....</i>	<b>28</b>
<b>Cuadro 5.</b>	<i>Residuos no peligrosos de la construcción y demolición.....</i>	<b>29</b>
<b>Cuadro 6.</b>	<i>Composición de los residuos de construcción estimada.....</i>	<b>30</b>
<b>Cuadro 7.</b>	<i>Según el uso que se dan a los tipos de residuos de construcción .....</i>	<b>30</b>
<b>Cuadro 8.</b>	<i>Comparación de valores arrojados de ensayos de laboratorio (humedad) .....</i>	<b>38</b>
<b>Cuadro 9.</b>	<i>Comparación de valores arrojados de ensayos de laboratorio (absorción).....</i>	<b>39</b>
<b>Cuadro 10.</b>	<i>Comparación de valores arrojados de ensayos de laboratorio (peso específico) .....</i>	<b>39</b>
<b>Cuadro 11.</b>	<i>Comparación de valores arrojados de ensayos de laboratorio (coeficiente de forma) .....</i>	<b>42</b>
<b>Cuadro 12</b>	<i>Comparación de valores arrojados de ensayos de laboratorio (abrasión).....</i>	<b>43</b>
<b>Cuadro 13.</b>	<i>Relación del A/C.....</i>	<b>44</b>
<b>Cuadro 14</b>	<i>Resistencia a la compresión promedio .....</i>	<b>46</b>
<b>Cuadro 15.</b>	<i>Clases de consistencias según el slump.....</i>	<b>48</b>
<b>Cuadro 16.</b>	<i>Diferentes estructuras con los slump más adecuados .....</i>	<b>48</b>
<b>Cuadro 17.</b>	<i>Moldeo de especímenes por apisonado .....</i>	<b>49</b>
<b>Cuadro 18.</b>	<i>Tipo de consolidación de la muestra .....</i>	<b>51</b>
<b>Cuadro 19.</b>	<i>Cantidad de capas por tamaño de muestra .....</i>	<b>51</b>
<b>Cuadro 20.</b>	<i>Edades de ensayos y tolerancias permisibles .....</i>	<b>52</b>
<b>Cuadro 21.</b>	<i>Valores de sustancias permisibles en el agua para elaborar concreto.....</i>	<b>53</b>
<b>Cuadro 22.</b>	<i>Indicadores de variables.....</i>	<b>59</b>
<b>Cuadro 23.</b>	<i>Tamaño de muestro para el agregado grueso .....</i>	<b>64</b>
<b>Cuadro 24</b>	<i>Capacidad del recipiente de acuerdo al tamaño máximo .....</i>	<b>66</b>
<b>Cuadro 25</b>	<i>Tamizaje de agregado fino.....</i>	<b>68</b>
<b>Cuadro 26.</b>	<i>Tamizaje del agregado grueso.....</i>	<b>68</b>
<b>Cuadro 27.</b>	<i>Cantidades mínimas para ensayar .....</i>	<b>72</b>

<b>Cuadro 28.</b>	<i>La carga abrasiva depende de la granulometría.....</i>	<b>80</b>
<b>Cuadro 29</b>	<i>Granulometría de la muestra de agregado para el ensayo de los Ángeles.....</i>	<b>81</b>
<b>Cuadro 30.</b>	<i>Tolerancias de edad de ensayos de los especímenes.....</i>	<b>85</b>
<b>Cuadro 31.</b>	<i>Relación longitud y diámetro de los especímenes.....</i>	<b>86</b>
<b>Cuadro 32.</b>	<i>Los valores dados son aplicables a cilindros de 150 mm por 300 mm (6" x 12") con resistencia a la compresión entre 15 MPa y 55 MPa (2000 psi y 8000 psi).....</i>	<b>87</b>
<b>Cuadro 33.</b>	<i>Ensayos de los agregados gruesos para diseño de mezcla <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>.....</i>	<b>92</b>
<b>Cuadro 34.</b>	<i>Análisis granulométrico de los agregados gruesos.....</i>	<b>93</b>
<b>Cuadro 35.</b>	<i>Ensayos de los agregados finos para diseño de mezcla <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>.....</i>	<b>94</b>
<b>Cuadro 36.</b>	<i>Análisis granulométrico de los agregados finos naturales.....</i>	<b>94</b>
<b>Cuadro 37.</b>	<i>Ensayos de los agregados gruesos para diseño de mezcla <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>.....</i>	<b>95</b>
<b>Cuadro 38.</b>	<i>Análisis granulométrico de los agregados gruesos (50% reciclado y 50% naturales).....</i>	<b>96</b>
<b>Cuadro 39.</b>	<i>Dosificación de materiales de mezcla (Concreto con agregado 0%-R).....</i>	<b>97</b>
<b>Cuadro 40.</b>	<i>Dosificación de materiales de mezcla (concreto con agregados 50%-R).....</i>	<b>97</b>
<b>Cuadro 41.</b>	<i>Datos de muestras de concreto y sus resistencias a la compresión.....</i>	<b>98</b>
<b>Cuadro 42.</b>	<i>Falla en ensayo a la compresión de especímenes cilíndricos.....</i>	<b>99</b>
<b>Cuadro 43.</b>	<i>Cuadro comparativo de las propiedades de los agregados grueso.....</i>	<b>102</b>
<b>Cuadro 44</b>	<i>Comparación del desarrollo de la resistencia en la muestra control 0%-R y experimental 50%- R.....</i>	<b>104</b>

## Índice de gráficos

<b>Gráfico 1.</b>	Estructura interna del agregado reciclado y agregado natural .....	36
<b>Gráfico 2.</b>	Relación entre el asentamiento y coeficiente de forma .....	41
<b>Gráfico 3.</b>	Relación entre la resistencia a la compresión y coeficiente de forma .....	40
<b>Gráfico 4.</b>	Cono de Abrams con su varilla compactadora .....	46
<b>Gráfico 5.</b>	Toma de medida de slump con el cono de Abrams .....	47
<b>Gráfico 6.</b>	Muestra control (C) y muestra experimental (E) .....	60
<b>Gráfico 7.</b>	Muestra control (C) y muestra experimental (E) .....	60
<b>Gráfico 8.</b>	Muestra triturada de agregados reciclados .....	62
<b>Gráfico 9.</b>	Máquina automática de ensayos de compresión para rotura de concreto .....	82
<b>Gráfico 10.</b>	Esquema de un bloque de carga con rótula .....	85
<b>Gráfico 11.</b>	Esquema de los tipos de fallas .....	87
<b>Gráfico 12.</b>	Gráfica de curva granulométrica de los agregados gruesos .....	93
<b>Gráfico 13.</b>	Curva granulométrica de los agregados finos .....	95
<b>Gráfico 14.</b>	Curva granulométrica de los agregados gruesos 50% agregado reciclado .....	96
<b>Gráfico 15.</b>	Comparación de curvas granulométricas del agregado grueso .....	101
<b>Gráfico 16.</b>	Comparación de curvas granulométricas del agregado fino .....	100
<b>Gráfico 17.</b>	Resultados de la resistencia a la compresión .....	105
<b>Gráfico 18.</b>	Desarrollo de la resistencia a los 7, 14 y 28 días respecto a la resistencia estándar .....	105

## Índice de fotografías

<b>Fotografía 1.</b> Arena gruesa Zarandeada procedente de Cantera Estrella de Belén (Huarney)	114
<b>Fotografía 2.</b> Agregado grueso ½” procedente de cantera Piedra Liza (Nepeña)	114
<b>Fotografía 3.</b> Agregados reciclados provenientes de especímenes de probetas de concreto f’c 210 kg/cm <sup>2</sup>	114
<b>Fotografía 4.</b> Análisis granulométrico arena gruesa	115
<b>Fotografía 5.</b> Análisis granulométrico del agregado grueso natural	115
<b>Fotografía 6.</b> Análisis granulométrico del agregado reciclado	115
<b>Fotografía 7.</b> Peso específico del agregado grueso	116
<b>Fotografía 8.</b> Ensayo de desgaste en la Máquina de los Ángeles de los agregados reciclados	116
<b>Fotografía 9.</b> Preparación de moldes para especímenes de concreto	117
<b>Fotografía 10.</b> Proporciones de mezcla para concreto reciclado	117
<b>Fotografía 12.</b> Slump 3” lo cual corresponde a la consistencia para la cual fue diseñada	117
<b>Fotografía 13.</b> Colocado de mezcla en 3 capas con una varilla 5/8” y apisonado 25 veces en cada capa según NTP 339.183.2013	118
<b>Fotografía 14.</b> Cilindro para curado de muestras de concreto reciclado y natural	118
<b>Fotografía 15.</b> Desmoldado de especímenes de concreto	119
<b>Fotografía 16.</b> Colocación de especímenes de concreto en cilindro	119
<b>Fotografía 17.</b> Especímenes para rotura a los 7 días	120
<b>Fotografía 18.</b> Muestras a los 14 días de curado concreto natural	120
<b>Fotografía 19.</b> Muestras a los 14 días de curado 50%-R Ag. grueso	120
<b>Fotografía 20.</b> Rotura de especímenes de concreto	121
<b>Fotografía 21.</b> Rotura de espécimen concreto 0%-R a los 14 días de curado	121
<b>Fotografía 22.</b> Rotura de espécimen de concreto 0%-R a los 28 días	122
<b>Fotografía 23.</b> Rotura de espécimen 50%-R a los 7 días de curado	122

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo final demostrar que los agregados reciclados obtenido del tratamiento de los residuos de las edificaciones pueden sustituir a los agregados naturales en la producción de concreto simple (no estructural) y mediante procedimientos estándar, cumplir con los parámetros que la normativa nacional e internacional exigen.

Para lograr este propósito, se determinó que el agregado reciclado, debe proceder de residuos de concreto estructural con resistencia a la compresión de  $210 \text{ kg/cm}^2$ , en cuanto a las características de los agregados reciclados, se ha hecho énfasis en las propiedades de gradación de los agregados (análisis granulométrico), peso específico, porcentaje de absorción, el contenido de humedad y % de abrasión. De igual forma, se ha incidido en la elección más idónea de la relación agua/cemento, consistencia y características físicas de los agregados como la forma y textura.

En principio, se realizó un diseño de mezcla  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , denominado muestra control (0%-R), partiendo de esto, se realizó la muestra experimental (50%-R). A los dos tipos de diseños se les sacó muestras representativas, tres (03) por tipo de ensayo, dependiendo de los tiempos de curado 7, 14 y 28 días, acumulando un total de dieciocho (18) especímenes. La fase de curado se ejecutó siguiendo los estándares que indica la normativa. Por último, se procedió a realizar lo ensayos de roturas en las fechas indicadas en cada muestra de concreto.

Al final, de todo el proceso de investigación, se concluyó que, los agregados reciclados al presentar mayor contenido de humedad y moderado % de absorción, la relación agua/cemento se iba a mantener constante en los diseños control y experimental. Además, se comprobó que son más susceptibles al desgaste que los agregados naturales en un 17.88%, estando dentro de los parámetros aceptable de 45% como máximo. Determinándose, fehacientemente que son los elementos que disminuyen en un 10.82% la resistencia a la compresión de las muestras experimentales, pero, se pudo obtener un concreto con agregados reciclado que supera la resistencia esperada, lo cual demuestra, que sí es posible producir concreto con estas características y ser empleado en obras de construcción a gran escala.

Palabras clave: residuos de construcción, agregados reciclados, concreto con agregados reciclados, sostenibilidad.

## ABSTRACT

The final objective of this research is to demonstrate that recycled aggregates obtained from the treatment of building waste can replace natural aggregates in the production of simple (non-structural) concrete and through standard procedures, comply with the parameters that national and international regulations require.

To achieve this purpose, it was determined that the recycled aggregate must come from structural concrete waste with compressive strength of 210 kg / cm<sup>2</sup>, in terms of the characteristics of the recycled aggregates, emphasis has been placed on the gradation properties of the aggregates (granulometric analysis), specific weight, percentage of absorption, moisture content and % abrasion. Similarly, the most suitable choice of the water/cement ratio, consistency and physical characteristics of aggregates such as shape and texture has been emphasized.

In principle, a mixture design  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> was carried out, called a control sample (0%-R), based on this, the experimental sample (50%-R) was carried out. The two types of designs were taken representative samples, three (03) per type of test, depending on the curing times 7, 14 and 28 days, accumulating a total of eighteen (18) specimens. The curing process was carried out following the standards indicated by the regulations. Finally, the breakage tests were carried out on the dates indicated in each concrete sample.

In the end, from the entire research process, it was concluded that the recycled aggregates by presenting higher moisture content and moderate % of absorption the water/cement ratio would remain constant in the control and experimental designs. In addition, it was found that they are more susceptible to wear than natural aggregates by 17.88%, being within the acceptable parameters 45% maximum

Determining, reliably, that they are the elements that decrease by 10.82% the compressive strength of the experimental samples, but, it was possible to obtain a concrete with recycled aggregates that exceeds the expected resistance, which shows that it is possible to produce concrete with these characteristics and be used in large-scale construction works.

**Keywords:** construction waste, recycled aggregates, concrete with recycled aggregates, sustainab

## INTRODUCCION

En los últimos años, la industria de la construcción ha contribuido en forma negativa al medio ambiente, a partir de estudios realizados se determinó que el 40% de las cenizas y gases de efecto invernadero que afectan el medio ambiente y los ecosistemas, son generados por esta actividad que demanda importante consumo de recursos naturales. En efecto, las edificaciones consumen entre el 20% y el 50% de recursos naturales como madera, minerales, agua, combustible, etc., cuyas consecuencias se traducen en elevadas tasas de generación de residuos de construcción que frecuentemente son vertidos en botaderos clandestinos, debido al déficit de rellenos sanitarios o la falta de segregación y minimización de estos residuos.

En las últimas décadas se ha ido gestando un ambicioso plan de implementación de materiales de construcción sostenible, dentro de ellos se encuentran los residuos de construcción, los cuales están adquiriendo gran importancia ya que pueden ser fácilmente reutilizados, reciclados o recuperados.

Los agregados reciclados presentan varias debilidades, una de ellas es el alto porcentaje al desgaste, por lo cual, la calidad del concreto resultante es inferior al concreto convencional, otra desventaja es el elevado % de absorción, no obstante, realizando modificaciones a la relación agua - cemento, y tomando en cuenta aspectos como la forma del agregado, contaminantes e impurezas, es posible mejorar el comportamiento estructural del concreto ecosostenible.

Esta investigación pretende establecer la influencia de los agregados reciclados en el concreto y determinar la máxima resistencia a la compresión que se puede lograr a partir de la sustitución de los agregados en porcentaje del 50%. Este concreto resultante, debe desarrollar propiedades de resistencia y durabilidad para ser considerado como útil para la construcción.

Los estándares logrados en el transcurso de los años, por las investigaciones realizadas han servido para fortalecer los niveles aceptables de calidad en el diseño de los concretos con residuos de la construcción.

# **CAPÍTULO I**

## ***PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN***



## **I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 PLANTEAMIENTO Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

El modelo económico de la actualidad, en el Perú y el mundo, está encaminado hacia la economía circular, la cual se fundamenta en la sostenibilidad. Esta tendencia procura limitar al máximo el consumo de bienes y recursos como un método para mitigar el excesivo consumismo y el desequilibrio medioambiental que ha generado la humanidad en el planeta.

El manejo de los residuos de las edificaciones ha creado una industria sustentable, convirtiendo a los residuos de la construcción en un producto con valor económico. Por ello, ésta investigación se centra en la producción de concreto con agregado reciclado proveniente de concreto estructural, el cual garantiza que el nuevo concreto, no presente cambios significativos en sus propiedades.

### **1.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Nuevo Chimbote, es una ciudad en constante crecimiento poblacional y económico, la mayoría de las construcciones son edificaciones de albañilería y concreto estructural. Así mismo, la normativa medioambiental local regula la disposición final de los residuos de las edificaciones y demoliciones, sin embargo, las empresas constructoras y la población en general hacen caso omiso, prueba de ello, son los grandes cúmulos de desmonte que se pueden encontrar en los bordes de las quebradas del río Lacramarca, los humedales de Villa María, en toda la franja costera de la Bahía El Ferrol, en los bordes de la carretera Panamericana tramo: Humedales de Villa María – Besique, áreas de uso privado que están desolados y en todo lugar donde no existe control o vigilancia.

Los resultados negativos, de estas malas prácticas se hacen sentir cuando suceden desastres naturales como el evento de El Niño costero, que activa las quebradas y estos desmontes se convierten en material de arrastre acrecentando los daños.



**Foto 1.** Desmonte en alrededores de Hospital  
*“ Eleazar Guzmán Barrón ”*



**Foto 2.** Cúmulos de desmonte en la Av.  
Agraria zona de Garatea



**Foto 3.** Desmonte acumulado en Av.  
Central costado de UNS.



**Foto 4.** Desmonte acumulado en la Urb.  
Panamericana a la altura de  
casuarinas.

### **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

¿El concreto simple elaborado con agregado reciclado obtenido de los residuos de las edificaciones en Nuevo Chimbote, cumple con los parámetros de las normas técnicas vigentes?

### **1.4 DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO**

La investigación está desarrollada, en el Distrito de Nuevo Chimbote, en el año 2021, donde la problemática sobre las zonas clandestinas de concentración de desmonte de construcción, se ha acrecentado con el pasar del tiempo.

Otra delimitación es la materia prima para la producción de agregados reciclado, para lo cual, se consideró como apropiada las muestras testigo de concreto estructural  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

### **1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

La importancia del proyecto de investigación, radica en la propuesta de una solución sostenible, al incremento desmedido de los botaderos ilegales de residuos de construcción y demolición, los cuales, crean focos insalubres a la población y más aún, perjudican el paisaje urbanístico y el desarrollo del ecosistema tiene el distrito de Nuevo Chimbote.

### **1.6 OBJETIVOS**

#### **1.6.1 OBJETIVO GENERAL**

Producir concreto simple con agregados reciclados obtenidos del tratamiento de los residuos de las edificaciones, cuyo desarrollo cumpla con los parámetros de las normas técnicas (American Society for testing and Materials ASTM, Norma Técnica Peruana NTP y el Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones EM 2000).

#### **1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Utilizar residuos de las edificaciones, cuya procedencia esté limitada a concreto estructural  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

- Verificar las propiedades físicas de los agregados reciclados (Agregados gruesos con 50% -R) de acuerdo a la norma internacional – American Society for testing and Materials (ASTM), la Norma Técnica Peruana (NTP) y el Manual de ensayo de Materiales del Ministerio de Transporte y comunicaciones (EM2000).
- Crear un concreto con 50% - R en el agregado grueso, que satisfaga las propiedades de resistencia y durabilidad para usar en construcción.
- Fortalecer los conocimientos sobre economía circular y reaprovechamiento de los residuos de la construcción, con la finalidad de promover una solución sustentable al aumento de botaderos clandestinos y promover las construcciones sostenibles.

# **CAPÍTULO II**

***MARCO TEORICO***

## II. FUNDAMENTO TEÓRICO

### 2.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1.1 CONCRETO SIMPLE

Según la norma E.060 del RNE (2014) el concreto simple es el material resultante de la mezcla de cemento con agregados gruesos, finos y agua. Este tipo de concreto no lleva refuerzo de acero, pues su uso no tiene fines estructurales, su máxima utilidad está en fundaciones, pisos, veredas y en elementos de usos en albañilería.

En estado fresco se le puede dar cualquier forma y una vez se endurece tiene las características de ser durable en el tiempo y de resistir esfuerzos mecánicos como la compresión y la flexión.

Este tipo de concreto no es utilizado en elementos sometidos a tracción o esfuerzos cortantes, por no tener refuerzos de acero. Mas bien, es usado en construcciones, principalmente como elementos apoyados sobre el suelo o soportados para otros elementos estructurales. Por ejemplo, concreto  $f_c=100$  kg/cm<sup>2</sup> en falso piso, cimientos corridos de concreto ciclópeos + 30% de P.G., muros de contención de concreto ciclópeo + P.G. 8", veredas y losas  $f_c=140$  kg/cm<sup>2</sup>, veredas y losas de  $f_c=175$  kg/cm<sup>2</sup>, etc.

##### 2.1.1.1 VENTAJAS

- Resistencia a esfuerzos a compresión elevados.
- Bajo costo.
- Durabilidad (En condiciones normales, se fortalece con el paso del tiempo).
- Es moldeable.

##### 2.1.1.2 DESVENTAJAS

- Poca resistencia a la flexión y torsión.

## Cuadro 1.

### Dosificación para diferentes elementos estructurales de concreto simple

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO	Resistencia a los 28 días F' C=kg/cm <sup>2</sup>	tamaño de piedra	PESO				
				CEMENTO (kg/bolsas)	AGUA (litros)	ARENA (kg)	PIEDRA (kg)	HORMIGÓN (kg)
CIMENTOS	CIMENTOS CORRIDO CON P.G 8"	100	1"	242(5.7)	171	774	1170	
		100		242(5.7)	178			1885
	CIMIENTO CORRIDO CON P.M 6"	100	1"	283(6.7)	196	640	1205	
		100		283(6.7)	200			1792
	FALSA ZAPATA P.M 6"	140	1"	283(6.7)	196	640	1205	
	FALSA ZAPATA P.M 6"	175	1"	317(7.5)	204	816	1205	
SOBRECIMIENTO	SOBRECIMIENTO CON ADICION P.M 6"	140	1"	283(6.7)	196	640	1029	
		140		283(6.7)	200			1792
	CONCRETO SIMPLE	175	1"	317(7.5)	204	816	1029	
ELEMENTOS VERTICALES	MUROS DE CONTENCIÓN DE CONCRETO CICLOPEO CON PIEDRA GRANDE 8"	140	1"	283(6.7)	196	640	1205	
	MUROS DE CONTENCIÓN DE CONCRETO CICLOPEO CON PIEDRA GRANDE 6"	175	1"	317(7.5)	204	816	1029	
ELEMENTOS HORIZONTALES	FALSO PISO	100	1"	242(5.7)	171	774	1170	
		100		242(5.7)	178			1885
	PISO	140	1"	283(6.7)	196	640	1205	
	SARDINELES DE CONCRETO SIMPLE	140	1"	283(6.7)	196	640	1205	
ELEMENTOS INCLINADOS	GRADAS DE CONCRETO CICLOPEO P.M 6"	140	1"	283(6.7)	196	640	1205	
	DE CONCRETO SIMPLE	175	1"	317(7.5)	204	816	1029	

Fuente: Datos de tabla de dosificaciones y equivalencias de UNACEM

## 2.1.2 COMPONENTES DEL CONCRETO SIMPLE

### 2.1.2.1 CEMENTO PORTLAND

Es un aglomerante hidráulico, fabricado a partir de minerales calcáreos (carbonato de calcio  $\text{CaCO}_3$ ), arcilla (óxido de sílice  $\text{SiO}_2$  hierro  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y aluminio  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) y yeso (sulfato de calcio hidratado  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) finamente pulverizado que, al agregarle agua, ya sea solo o mezcla con otros materiales como, por ejemplo, agregado grueso o fino y agua, tiene la propiedad de fraguar, tanto en el aire como en el agua y formar una pasta muy dura y resistente.

### **Cuadro 2.**

#### *Composición química del cemento*

NOMBRE	FÓRMULA	FÓRMULA DE ÓXIDOS	PORCENTAJE
<b>Silicato dicálcico</b>	Ca <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	SiO <sub>2</sub> . 2CaO	32%
<b>Silicato tricálcico</b>	Ca <sub>3</sub> SiO <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub> . 3CaO	40%
<b>Aluminato tricálcico</b>	Ca <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 3CaO	10%
<b>Ferroaluminato tetracálcico</b>	Ca <sub>4</sub> Al <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>10</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 4CaO	9%
<b>Sulfato de calcio</b>	CaSO <sub>4</sub>		2-3%

**Fuente:** Recuperado de: [ing.unne.edu.ar](http://ing.unne.edu.ar) > pub > qui

composición química media porcentual del cemento es:

### **Cuadro 3.**

#### *Óxidos componentes del cemento*

ÓXIDOS COMPONENTES	LENTO	RÁPIDO
<b>Sílice SiO<sub>2</sub></b>	20%	22%
<b>Óxido ácido sulfúrico SO<sub>3</sub></b>	1.6%	2.7%
<b>Óxido férrico Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	4%	4%
<b>Óxido de aluminio Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	4%	10%
<b>Óxido de calcio CaO</b>	62%	55%
<b>Óxido de magnesio MgO</b>	2%	2.8%
<b>Óxido de Na y K</b>	0.30%	0.30%
<b>Pérdidas por calcificación</b>	7.4%	3.1%

**Fuente:** Recuperado de: [ing.unne.edu.ar](http://ing.unne.edu.ar) > pub > quimica > cemento

(2015)

#### **2.1.2.2 FRAGUADO DEL CONCRETO:**

Se denomina fraguado al proceso químico por el cual el cemento adquiere dureza pétreo (proceso irreversible), a diferencia de las calces grasas el fraguado del cemento es hidráulico porque se



produce por reaccionar con el agua que provoca el fenómeno de hidrólisis de algunos compuestos y posteriores hidrataciones y recombinaciones. El fraguado se produce en dos etapas:

- **Fraguado:** proceso que dura de minutos a 15 horas, en que la masa plástica adquiere rigidez.
- **Endurecimiento:** proceso en que la masa rígida aumenta su dureza y resistencia mecánica que demanda de 28 días a varios años.

### 2.1.2.3 AGREGADO FINO

Consiste en arena natural o triturada, cuyas partículas deben ser menores a 5mm, para que puedan ser útiles para hacer concreto deben reunir los requisitos de limpieza, se resistentes y libres de productos químicos.

### 2.1.2.4 AGREGADO GRUESO

(Rivva López, 1992) define al agregado grueso como “un elemento compuesto de roca ígnea triturada o grava natural, escorias de altos hornos o la combinación de estos elementos”(p, 46).

Deben ser resistente al desgaste y compactas, con angulosidades para la mejor adherencia en la pasta del concreto y tener textura rugosa. Este el material es retenido en el tamiz N°4 (4.75mm) cumpliendo con las normas establecidas en la NTP 400.037.

Respecto al tamaño máximo nominal Según la norma E.060 del RNE (2014) es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido. “El Tamaño Máximo Nominal como aquel que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido” (Rivva López, 1992, p 73).

Tamaño máximo nominal, Se define como la abertura del tamiz inmediatamente superior a aquél cuyo porcentaje retenido acumulado

es del 15% o más.

Indica el tamaño promedio de partículas más grandes que hay dentro de una masa de agregado.

Tamaño máximo y tamaño máximo nominal se aplican exclusivamente al agregado grueso.

#### **2.1.2.5 AGUA**

(Rivera, 2014) explica: “el agua de mezcla cumple dos funciones principales permitir la hidratación del cemento y hacer la mezcla manejable” (p, 77). Se considera el agua adecuada para el concreto la que es apta para el consumo humano.

La cantidad de agua requerida para que la mezcla de concreto sea manejable esta alrededor el 40% de la masa del cemento y debe ser libre de impurezas orgánicas.

### **2.1.3 PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO SIMPLE EN ESTADO FRESCO**

#### **2.1.3.1 TRABAJABILIDAD**

Esta propiedad de los concretos frescos se refiere al grado de facilidad con que el concreto puede ser mezclado, transportado, colocado y vibrado sin perder homogeneidad.

En la actualidad no existe una prueba válida para caracterizar la trabajabilidad, definida como la cantidad de trabajo interno útil requerido para realizar la completa consolidación del concreto.

El ensayo con el cono de Abrams, denominado del slump, indica uno de los factores de la Trabajabilidad como en la consistencia, o sea, su capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad.

#### **2.1.3.2 COHESIVIDAD**

La cohesividad se define como aquella propiedad gracias a la cual es posible controlar la posibilidad de segregación durante la etapa de manejo de la mezcla, al mismo tiempo que contribuye a

prevenir la aspereza de la misma, y facilitar su manejo durante el proceso de compactación del concreto. Normalmente se considera que una mezcla de concreto posee el grado apropiado de cohesividad si ella no es demasiado plástica ni demasiada viscosa, es plástica y no segrega fácilmente.

## **2.1.4 PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO SIMPLE EN ESTADO ENDURECIDO**

### **2.1.4.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

Es una de las propiedades más valiosas del concreto endurecido, esta propiedad nos brinda un panorama general de la calidad del concreto.

La relación agua cemento, es un factor que puede influir también en la durabilidad al disminuir la cantidad de cemento para alcanzar la resistencia requerida.

### **2.1.4.2 DURABILIDAD**

La durabilidad es la capacidad que tienen las estructuras de concreto reforzado de conservar inalteradas sus condiciones físicas y químicas durante su vida útil cuando se ven sometidas a la degradación de su material por diferentes efectos de cargas y sollicitaciones, las cuales están previstas en su diseño estructural. Dicho diseño debe estipular las medidas adecuadas para que la construcción alcance la vida útil establecida en el proyecto, teniendo en cuenta las condiciones ambientales, climatológicas y el género de edificio a construir.

## **2.1.5 RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN**

Representan una fracción importante de los residuos sólidos, son generados durante la realización o ejecución de una obra de edificación, así como por los procesos de demolición y remodelación.

Desde el punto de vista sustentable, estos materiales con el tratamiento adecuado pueden lograr reincorporarse al ciclo productivo convertidos en agregados reciclados.

### 2.1.5.1 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Se clasifican en Residuos peligrosos y no peligrosos

#### RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PELIGROSOS

**Cuadro 4.**

*Residuos peligrosos de la Construcción y demolición*

RESIDUOS	ELEMENTOS PELIGROSOS	PELIGROSIDAD
Restos de madera	Arsénico, plomo, formaldehído, pentaclorofenol	Tòxicos inflamables
Envases de removed ores, pinturas y aerosoles	Cloruro de metileno, tricloroetileno	Inflmables, irritantes
Envases de: Removedores de grasa, adhesivos, líquidos para remover pintura.	Tricloroetileno	Tòxico, corrosivo
Envases de pinturas, pesticidas, contrachapados de madera, coas, lacas.	Formaldehído	Tòxico
Restos de tubos fluorescentes, transformadores, condensadores.	Mercurio, bifeniles, policlorados (BPCS)	Inflamable, tòxico
Restos de PVC (>40°C)	Aditivos: Estabilizantes, colorantes, plastificantes	Tòxico, cancerígeno
Restos de planchas de fibrocemento con asbesto, pisos de vinilo-asbesto, paneles divisorios de asbesto	Asbesto o amiantos	Inflamable
Envases de punturas y solventes	Benceno	Tòxico, inflamable
Envases de preservante de la madera	Formaldehído, pentaclorofenol	Tòxico
Envases de pinturas	Pigmentos: Cadmio, plomo	Tòxico, inflamable
Restos de cerámicos y baterías	Niquel	Tòxico
Filtros de aceite, envases de lubricantes	Hidrocarburos	Tòxico, inflamable

Los residuos numerados en este anexo están definidos de conformidad con la resolución legislativa N°26234, convenio de Brasilia, y el Decreto Supremo 057-2004-PCM Reglamento de la Ley N°27314, Ley General de Residuos Sólidos, Anexo 4 , lista A.

A1.0: Residuos metálicos que contengan metales.

A2.0: Residuos que contengan principalmente residuos orgánicos, que puedan contener metales y residuos orgánicos.

A3.0: Residuos que contengan residuos orgánicos que puedan contener metales y residuos inorgánicos.

A4.0: Residuos que puedan contener residuos orgánicos e inorgánicos.

**Fuente:** D.S -003-2013-VIVIENDA

## RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÒN NO PELIGROSOS

### *Cuadro 5.*

*Residuos no peligrosos de la construcción y demolición*

RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÒN Y DEMOLICIÒN	RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÒN Y DEMOLICIÒN
<u><b>Instalaciones</b></u> Mobiliario fijo de cocina Moviliarios fijo de baño	<u><b>Separación de interiores</b></u> Mámpara, tabiquería móvil o fija Barandillas Puertas Ventanas
<u><b>Cubiertas</b></u> Tejas Tragaluces Claraboyas Soleras Tableros Placas	<u><b>Acabados interiores</b></u> Cielo raso Pavimentos flotantes Alicatados Elementos de decoración
<u><b>Fachadas</b></u> Puertas Ventanas Revestimientos de piedra Elementos prefabricados de concreto	<u><b>Estructuras</b></u> Vigas y pilares Elementos de hormigón

**Fuente:** D.S -003-2013-VIVIENDA

### 2.1.6 COMPOSICIÒN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÒN DE LAS EDIFICACIONES

“Los desechos provenientes de concretos de cimentaciones, pavimentos, puentes y edificios, son procesados y triturados en diferentes tamaños. El acero de refuerzo y otros contaminantes deben ser removidos en el proceso de selección para garantizar la calidad de los agregados”

(Laverde 2014, p 15). Durante el proceso de segregación se tienen que tomar las medidas técnicas necesarias para garantizar que el concreto de las demoliciones, no sea contaminado con otros residuos de la construcción como plástico y yeso. Para lograr agregados reciclados con la granulometría requerida y sin impurezas, es necesario realizar esta actividad en plantas procesadoras de residuos de construcción los cuales deben estar implementados de acuerdo a una normativa que lo respalde.

**Cuadro 6.**  
*Composición de los residuos de construcción estimada*

<b>ELEMENTO</b>	<b>% en masa</b>
concretos	63.67
ladrillos sólidos	16.40
baldosas, losas	13.00
mortero	4.23
bloque de hormigón	0.11
baldosas de hormigón	0.39
piedras	1.38
Asbesto - Cemento	0.40
madera	0.18
papel y materia orgánica	0.24
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

**Fuente:** Recuperado de: Gutiérrez, Libia (2003)

Los residuos depositados en los botaderos contienen los siguientes materiales en su composición:

**Cuadro 7**  
*Según el uso que se dan a los tipos de residuos de construcción*

<b>Materiales</b>	<b>contenido</b>	<b>aplicaciones</b>
<b>cerámico</b>	> 90%	Materiales de relleno, pistas forestales, jardinería, cubiertas ecológicas y aplicaciones deportivas (campos de tenis y fútbol).

<b>concreto</b>	> 90%	Materiales de relleno y recubrimiento, bases y subbases de carretera, agregados para concretos, y agregados para materiales con ligantes.
<b>material pétreos</b>	> 90%	Materiales de relleno, muros y aplicaciones acústicas.

**Fuente:** Recuperado de: Gutiérrez, Libia (2003)

### 2.1.7 MARCO NORMATIVO

El grupo de normas de la American Society for Testing Materials, brinda un marco de calidad en los procesos, respecto a los ensayos y procedimientos para determinar las propiedades de los agregados y el concreto. De la misma forma, las Normas Técnicas Peruanas NTP Y el Manual de Ministerio de Transporte y Comunicaciones están adaptadas a la normativa internacional.

A continuación, la lista de ensayos estandarizados que se han llevado a cabo, en los materiales y el concreto para el desarrollo de la investigación:

- American Society for Testing Materials, Método de Ensayo Peso Unitario y Vacíos en los Agregados, ASTM C 29/C 29M-01.
- American Society for Testing Materials, Preparación y Curado de Especímenes de Ensayo de Concreto en la Obra, ASTM C31-03.
- American Society for Testing Materials, Método de Ensayo para Gravedad Específica y Absorción del Agregado Grueso, ASTM C 127-01.
- American Society for Testing Materials, Método de Ensayo para Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Fino, ASTM C 128-01.
- American Concrete Institute, Diseño de Mezcla de concreto Estructural, ACI 211-01.

- American Society for Testing Materials, Método de Ensayo Estándar para Contenido de Humedad Total del Agregado por Secado, Porcentaje de Humedad para el Agregado Fino, ASTM C 566.
- American Society for Testing Materials, Práctica Estándar para reducción de las Muestras De Agregado al Tamaño de Prueba, ASTM C-702.
- American Society for Testing Materials, Asentamiento de hormigón de cemento hidráulico, ASTM C-143.
- D.S. N° 003- 2013.Vivienda. Reglamento para la gestión y manejo de los residuos de las actividades de la construcción y demolición. Diario Oficial El Peruano
- Manual de Ensayo de Materiales, MTC, (EM 2000).
- Manual de Ensayo de Materiales, MTC, (E205 -2000)
- Manual de Ensayo de Materiales, MTC, ( E 207-2000)
- Norma técnica de Edificación, Concreto Armado, NTE E.060-2006.
- Norma Técnica Peruana, Definiciones y requisitos del cemento, NTP 334.090:2005.
- Norma Técnica Peruana, Elaboración y curado de probetas cilíndricas en obra, NTP 339.033:2009.
- Norma Técnica Peruana, Definiciones y terminología relativas al concreto, NTP 339.047:2006.
- Norma Técnica Peruana, Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del hormigón, NTP 339.084:2012.
- Norma Técnica Peruana, Tamices de ensayo, NTP 350.001:2006.
- Norma Técnica Peruana 400.010; AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras, NTP 400.010:2012.
- Norma Técnica Peruana, Modulo de Finura del Agregado Fino, NTP 400.011:2001.
- Norma Técnica Peruana, Absorción del Agregado Grueso, NTP 400.021:2006.
- Norma Técnica Peruana, Requisitos granulométricos de los Agregados, NTP 400.037:2006



### 2.1.7.1 DECRETO SUPREMO D.S. N°003-2013 – VIVIENDA-2013

El Ministerios de Vivienda, construcción y saneamiento, previa opinión del Ministerio del Ambiente, aprueba el Decreto Supremo (D.S. N°003-2013 - VIVIENDA,2013) sobre la gestión y manejo de residuos sólidos de las actividades de la construcción y demolición.

Este reglamento en su **Título III** - Manejo de residuos sólidos de la Construcción y demolición - **Capítulo V** - Reaprovechamiento y comercialización de residuos sólidos de la construcción y demolición.

**En el artículo 28:** *“28.1.-El concreto de demolición para reciclaje puede ser obtenido en bloques o reducido en partículas pequeñas, mediante fresado de construcciones civiles de concreto simple. concreto armado o tensado (muros de contención o sostenimiento, cimentaciones, puentes, alcantarillas, canales, tuberías de cemento o concreto sin asbesto, losas de pavimentos de concreto, columnas, veredas y pisos de viviendas) que no contengan elementos peligrosos. de tal forma que se puedan usar como agregados en la fabricación de nuevos concretos, como material de relleno no portante y otros que no contravengan la normativa vigente, en concordancia con la Norma Técnica Peruana vigente”.*

*28.3.- Los ensayos para determinar la aptitud del granulado de los minerales y aglutinantes contenidos, dependerán del diseño del producto final, debiendo ser aplicados a éste antes de su uso e informarse al potencial consumidor de sus resultados. Así como la fecha de realización del ensayo, la antigüedad del producto y su procedencia. El granulado de concreto puede usarse en rellenos no portantes, muros de pantalla contra ruido o en rellenos sanitarios”.*

### **2.1.7.2 DECRETO SUPREMO D.S N° 1501**

El 11 de mayo del 2020 se publicó en el Diario Oficial El Peruano, la modificatoria 1501 al D.L 1278, donde se establecen varios cambios importantes, respecto al manejo de los residuos de construcción y demolición.

- Los Municipios Provinciales, han perdido función para verificar las operaciones de las escombreras y quien asume la potestad para normar, evaluar, supervisar, fiscalizar y sancionar la gestión y manejo de los residuos sólidos de construcción y demolición es el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.
- Los Municipios Distritales, no pueden intervenir, supervisar, fiscalizar o sancionar a proyectos sujetos al SEIA.
- Residuos Municipales especiales, cuya responsabilidad por su gestión son los generadores.
- Empresas Operadoras de Residuos Sólidos (EO-RS), La modificación incluye que las EO-RS deban contar con plantas de operaciones, adicionalmente a los equipos e infraestructura que ya debían tener.

### **2.1.7.3 DECRETO SUPREMO D.S. N°002-2022-VIVIENDA**

La última modificatoria al reglamento de Gestión de los Residuos de la construcción y demolición, se publicó el 06 de abril del 2022, donde se aprobó el nuevo Reglamento Gestión y Manejo de Residuos Sólidos de la Construcción y Demolición mediante el Decreto Supremo N.º 002-2022 – VIVIENDA, y se destaca lo siguiente:

*Será aplicable a personas naturales o jurídicas que tomen parte en la gestión y el manejo de los residuos sólidos de la construcción y demolición generados en la ejecución de obras de infraestructuras, habilitaciones urbanas y/o edificaciones, así como a las autoridades de los tres niveles de gobierno con competencias y/o*

*funciones vinculadas, en el ámbito de gestión de los residuos sólidos, de conformidad con el artículo 31 del Decreto Legislativo N.º 1278.*

También, indica que los generadores, titulares de Proyectos de Inversión y Empresas Operadoras de Residuos Sólidos deben ceñirse a las obligaciones que el Decreto señala, tener la documentación legal actualizada. Además, los residuos de la Construcción y demolición deben ser segregados en la Fuente.

En el Art. N.º 10: *“Las infraestructuras para el manejo de residuos sólidos de la construcción y demolición son: a) Infraestructura de valorización. b) Rellenos sanitarios con celdas habilitadas para la disposición de residuos sólidos de la construcción y demolición. c) Escombreras. d) Escombreras con infraestructura de valorización. e) Otras que determine la autoridad competente, en el marco de las normas de residuos sólidos.”*

*En el Art. N.º12 describe las funciones del ente rector, el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.*

*Art. N.º 13: Describe las funciones dentro de su competencia del Ministerio de transporte y Comunicaciones.*

*En el Art. N.º14: Detalla las competencias de las Municipalidades provinciales y distritales las cuales regular la gestión y el manejo de los residuos sólidos de la construcción y demolición de obras menores*

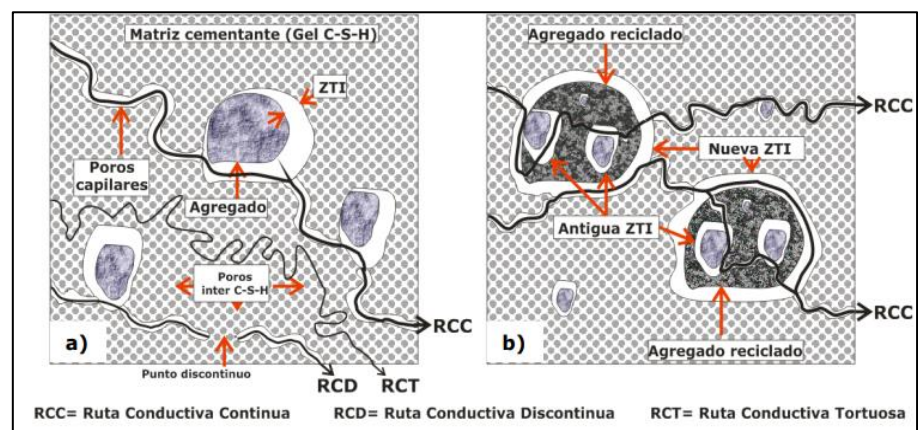
Este documento, es más ordenado y hace incidencia en el uso sostenible de los recursos y en el proceso de producción enfocado en la sostenibilidad con miras al desarrollo de la economía circular.

## 2.1.8 CONCRETO RECICLADO

Es un material que tiene entre sus componentes agregado reciclado, producto del tratamiento de los residuos de las edificaciones, los cuales se trituran hasta obtener las granulometrías deseadas. Estas pueden ser convertidas en agregados reciclados fino o grueso según la utilidad que se desea dar.

La estructura interna del concreto reciclado cuenta con un sistema de microconductos y zonas de unión entre la pasta y el agregado llamadas Zonas de Transición Interfacial (ZTI), en ellas se desarrollan microfisuras y fallas por esfuerzos las cuales afectan directamente la resistencia a la compresión y la durabilidad del concreto reciclado.

**Gráfico 1.** Estructura interna del agregado reciclado y agregado natural



**Fuente:** Propiedades mecánicas, eléctricas y de durabilidad del concreto con agregados reciclados

## 2.1.9 PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO RECICLADO

### 2.1.9.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Los valores de resistencia a la compresión disminuyen; en la misma medida en que se aumenta el porcentaje de sustitución de agregado natural por el agregado reciclado, esta variación decreciente se acentúa si también se reemplaza el agregado fino natural por reciclado en la mezcla.

Diversos estudios han demostrado que la presencia de finos menores que 63  $\mu\text{m}$ , inducen al aumento de la demanda de agua,

lo que se refleja en una moderada caída de la resistencia; también se constata un aumento en la compacidad de las mezclas y una consecuente disminución en la absorción de agua por parte del concreto ya endurecido. En estas mezclas se aprecia además que la compacidad y la porosidad conectadas disminuyen con la presencia de finos, lo que podría compensar de alguna manera la caída de resistencia.

Según (Vidaud, 2015):

La pérdida de resistencia cuando se sustituye el 100% del agregado grueso, suelen encontrarse en el orden del 20%, pudiendo llegar a alcanzar en ocasiones el 30%. Asimismo, cuando la sustitución es menor al 50%, las pérdidas de resistencia se sitúan entre 2-15 %; llegando a exhibirse pérdidas de resistencia inferiores al 5%, cuando la sustitución de AN por AR se limita entre 20 y 30%. (p, 24)

Las causas que provocan esta disminución de resistencia son debido a la menor resistencia mecánica del AR, a la mayor absorción y porosidad, y al aumento de zonas débiles en el concreto.

#### **2.1.10 AGREGADO GRUESO RECICLADO**

“el agregado reciclado es un material que se obtiene como resultado de la trituración del concreto proveniente de la demolición de estructuras o demoliciones” (Laverde, p14)

Los escombros generados de elementos estructurales (columnas, vigas losas armadas, muros reforzados), son de más utilidad en los concretos reciclados con resistencias que sobrepasan los 100 kg/cm<sup>2</sup>.

La edad en la que el concreto es triturado tiene influencia en la resistencia y propiedades del concreto fabricado con agregados reciclados.

## 2.1.11 PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO RECICLADO

### 2.1.11.1 GRANULOMETRÍA

La granulometría de los agregados reciclados está directamente relacionada con el tipo de trituración. “Se recomienda una trituración primaria con trituradoras de mandíbulas, las cuales generaran un bajo porcentaje de finos” (Beltrán, 2014 p25). Si se desea un agregado reciclado de mejor calidad se debe recurrir a la trituración secundaria, aunque el agregado reciclado producido tiene buena gradación con unos porcentajes elevados de fracción gruesa.

El agregado de concreto reciclado genera finos durante su manipulación debido a la aparición de pequeñas partículas de mortero que se desprenden, la presencia de estas partículas en la superficie del agregado puede originar problemas de adherencia entre éste y la pasta de cemento, además de provocar un aumento de la cantidad de agua de amasado.

### 2.1.11.2 HUMEDAD

Los agregados reciclados presentan mayor contenido de humedad que los agregados naturales debido a su relación agua cemento original.

#### **Cuadro 8.**

*Comparación de valores arrojados de ensayos de laboratorio (humedad)*

Agregado	Humedad (%)
Natural	0.04
Reciclado	3.33

**Fuente:** Recuperado de: Martínez- Soto (2007)

### 2.1.11.3 DENSIDAD

Varía entre 2100 y 2400 kg/m<sup>3</sup>, mientras que la densidad saturada con superficie seca oscila entre 2300 y 2500 kg/m<sup>3</sup>, por lo que en todos los casos se pueden considerar estos agregados de densidad

normal (no livianos: con una densidad cuando están sueltos y secos de 1120 kg/m<sup>3</sup> o menos de acuerdo a ASTM C330/NTC 4045).

#### 2.1.11.4 ABSORCIÓN

Si la absorción aumenta, deja como consecuencia una menor gravedad específica, además generará una disminución en la resistencia de la mezcla de concreto debido a que aumenta la demanda del agua afectando la relación agua/cemento. El valor de absorción para agregados reciclados generalmente “varía entre un 3% y un 10% dependiendo su origen, ésta característica es de suma importancia puesto que de esta depende la manejabilidad y el asentamiento de la mezcla” (Eddy., 2014).

##### **Cuadro 9.**

Comparación de valores arrojados de ensayos de laboratorio (absorción)

Agregado	Absorción (%)
Natural	0.42
Reciclado	2.62

**Fuente:** Recuperado de: Martínez - Soto (2007)

#### 2.1.11.5 PESO ESPECÍFICO

Es la relación del peso respecto a un volumen absoluto igual de agua (agua desplazada por inmersión). Este cálculo se usa para el diseño de mezcla y para el control, de calidad de los agregados.

##### **Cuadro 10.**

Comparación de valores arrojados de ensayos de laboratorio (peso específico)

Agregado	Kg/cm <sup>3</sup>
Natural	2.4 – 2.9
Reciclado	2.1 – 2.4

**Fuente:** Recuperado de: Martínez - Soto (2007)

### 2.1.11.6 FORMA Y TEXTURA

La forma de los agregados triturados depende de la naturaleza de la roca de origen, del tipo de la trituradora, de su relación de reducción siendo estos factores preponderantes para obtener la forma final de los agregados.

Los agregados laminares y aciculares producen concretos de baja calidad donde esas formas repercuten negativamente en las resistencias y en la durabilidad. (Skalny y Mindess, 1998).

#### - Coeficiente de forma ( $\alpha$ ):

Es la relación entre el volumen efectivo de la cantidad de agregado y el volumen de las esferas circunscriptas de los granos considerados.

$$\alpha = \frac{\sum_1^n v_i}{\frac{\pi}{6} (d_1^3 + d_2^3 + \dots + d_n^3)} \dots\dots\dots(1)$$

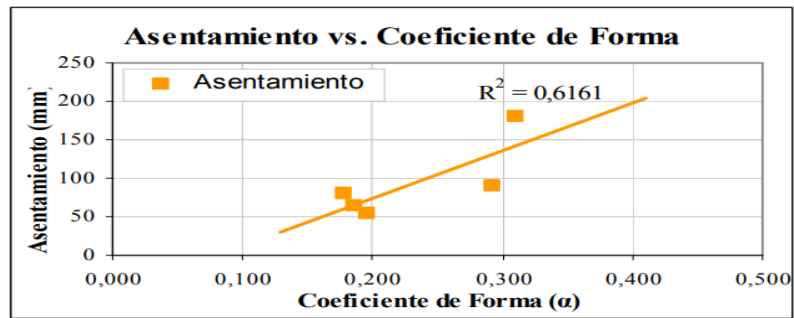
Donde:

- $\alpha$ : coeficiente de forma del agregado grueso
- $d_i$ : diámetro de los granos considerados en centímetros
- $v_i$ : volumen de los granos considerados en centímetros.

Según ensayos realizados a piedras trituradas de forma angular, presentan un coeficiente inferior a 0,20 con estas medidas los concretos suelen ser de mejor resistencia y durabilidad.

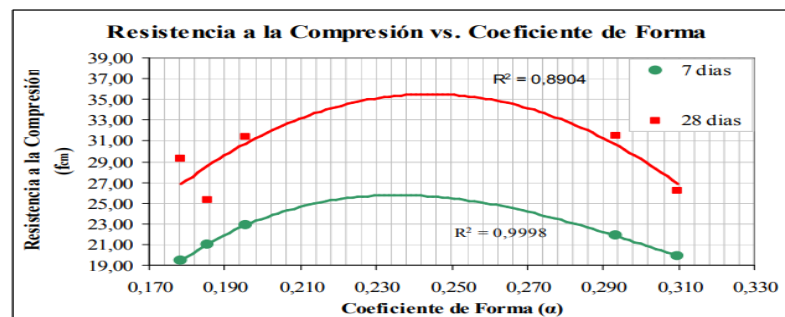


**Gráfico 2.** Relación entre el asentamiento y coeficiente de forma



**Fuente:** Recuperado de Influencia de la norma y la textura de los agregados gruesos en las propiedades del hormigón – Acosta Cazal, R.D, Cabrera Jara

**Gráfico 3.** Relación entre la resistencia a la compresión y coeficiente de forma



**Fuente:** Recuperado de Influencia de la norma y la textura de los agregados gruesos en las propiedades del hormigón – Acosta Cazal, R.D. Cabrera Jara

La forma y textura afecta directamente la relación agua – cemento de la mezcla. El coeficiente de forma depende del sistema de trituración del agregado reciclado.

Sin embargo, la variación de coeficiente de forma entre agregado reciclado y el agregado natural no es de gran magnitud, en estudios consultado por UNAM 2006, revela los siguientes resultados:

**Cuadro 11.**

Comparación de valores arrojados de ensayos de laboratorio (coeficiente de forma)

Agregado	Coeficiente de forma
Natural	0.20
Reciclado	0.24

**Fuente:** Recuperado de: Martínez - Soto (2007)

### **2.1.11.7 CONTAMINANTES E IMPUREZAS**

Los contaminantes encontrados en los agregados reciclados son variados, como madera, plástico, vidrio, cerámica, asfalto, materia orgánica, aluminio, etc. Su intervención genera efectos negativos y disminución en la resistencia del concreto.

Respecto a los agregados convencionales, Los limos, arcillas y polvos procedentes de la trituración de las rocas con tamaños menores de 0.074 mm de diámetro son perjudiciales si se encuentran en un alto porcentaje en los agregados. La razón radica especialmente en que por ser tamaños menores que los granos del cemento, se encuentran recubriendo los agregados más gruesos impidiendo una buena adherencia entre éstos y la pasta de cemento.

La materia orgánica es producto de la descomposición de los vegetales y sustancias carbonosas, cuya composición química es ácido tánico y sus derivados conocidos con el nombre de humus. Cuando la presencia de humus es alta, especialmente en las arenas que por su tamaño suelen retener más materia orgánica, se impide total o parcialmente el fraguado del cemento.

### **2.1.12 PROPIEDADES MECÁNICAS DEL AGREGADO RECICLADO**

#### **2.1.12.1 RESISTENCIA A LA ABRASIÓN**

Es difícil evaluar el comportamiento del agregado en el ensayo de abrasión porque éste depende varios factores en su mayoría del

tamaño de la partícula, la calidad del agregado reciclado, la cantidad y calidad de mortero adherido. “Generalmente los valores de coeficiente de los Ángeles se encuentran en un rango entre el 25% y el 40%” (Beltrán, 2014, p33).

El valor de coeficiente de los Ángeles de resistencia a la abrasión es mayor que el agregado natural debido a que las partículas de mortero adherido se desprenden durante el ensayo.

**Cuadro 12**

*Comparación de valores arrojados de ensayos de laboratorio (abrasión)*

Agregado	Desgaste en la máquina de los ángeles
Natural	15 – 30 %
Reciclado	20 – 45 %

**Fuente:** Recuperado de: Martínez - Soto (2007)

### **2.1.13 RELACION AGUA CEMENTO EN EL CONCRETO RECICLADO**

Usualmente conforme más agua se adicione, aumenta la fluidez de la mezcla y, por lo tanto, su trabajabilidad y plasticidad, lo cual presenta grandes beneficios para la mano de obra; no obstante, también comienza a disminuir la resistencia debido al mayor volumen de espacios creados por el agua libre. Por otra parte, la resistencia a la compresión es el indicador de la calidad del concreto más universalmente utilizado. A pesar de ser una característica importante, para (Kosmatka, 2004) “existen otras propiedades, tales como durabilidad, permeabilidad y resistencia al desgaste que se reconocen hoy en día con igual importancia o, en algunos casos, de mayor importancia, especialmente cuando se considera el ciclo de vida de la estructura” (p,185).

**Cuadro 13.**  
Relación del A/C

F´C (kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua / cemento	
	Con aire incorporado	Sin aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.47
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Fuente: Comité 211 del ACI

## 2.1.14 ENSAYOS NECESARIOS PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO

### F´C=210 kg/cm<sup>2</sup>

El diseño del concreto será por el método del comité 211 del ACI y tomaran las consideraciones normativas para los siguientes ensayos:

#### 2.1.14.1 RESISTENCIA DE DISEÑO (F´C)

La resistencia promedio a la cual, se le agregará la desviación estándar, que es un parámetro que indica las variaciones en la calidad de los materiales, en el proceso constructivo o en los controles de calidad; debe ser siempre superior a la resistencia de diseño.

#### DESVIACIÓN ESTÁNDAR

Los datos de la prueba de resistencia se utilizan para establecer la desviación estándar, (s). Al menos 30 resultados de ensayos consecutivos se requieren para obtener una estimación consistente de la desviación estándar. Si el número de ensayos está entre 15 y 30, la desviación estándar calculada se multiplica por un factor para considerar la incertidumbre de la desviación estándar estimada.

Cuando se disponen de 30 resultados de ensayos se aplica la siguiente fórmula para hallar la desviación estándar:

$$s = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

**S:** Desviación estándar

**n:** Número de ensayos

**X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>n</sub>:** Resultados de resistencia de muestras de ensayos individuales.

**X:** Promedio de todos los ensayos individuales de una serie.

Para dos grupos de registros que sumen en total 30 ensayos.

$$\bar{s} = \sqrt{\frac{(n_1-1)(S_1)^2 + (n_2-1)(S_2)^2}{n_1+n_2-2}} \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

**$\bar{s}$ :** Promedio estadístico de las desviaciones estándar

**S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> :** Desviación estándar calculada para los grupos

**n<sub>1</sub>, n<sub>2</sub>:** Número de ensayos en cada grupo, respectivamente.

**Resistencia promedio (f'cr)**

Esta resistencia va a ser la que se emplee para hallar las proporciones del diseño del concreto.

Resistencia especificada ≤ 35 MPa

$$f'cr = f'c + 1.34 s \dots\dots\dots (4)$$

$$f'c = f'cr + 2.33s - 35 \dots\dots\dots (5)$$

Resistencia especificada >35 MPa

$$f'cr = f'c + 1.34 s \dots\dots\dots (6)$$

$$f'c = 0.90f'cr + 2.33 \dots\dots\dots (7)$$

#### **Cuadro 14**

Resistencia a la compresión promedio

<b>F'c</b>	<b>F'cr</b>
<b>Menos de 210</b>	f'c +70
<b>210 a 350</b>	f'c + 84
<b>Sobre 350</b>	f'c +98

**Fuente:** Diseño de mezcla -Enrique Rivva López

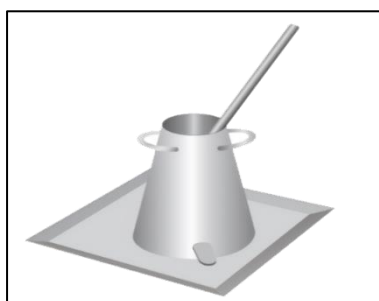
#### **2.1.14.2 PRUEBA DE CONSISTENCIA (SLUMP)**

*(MTC E 705 2000, NTP 339.035, ASTM C 143)*

La consistencia es la mayor o menor facilidad que tiene el concreto fresco para deformarse y consecuentemente, para ocupar todos los espacios del molde o encofrado. Influyen en ella distintos factores, especialmente la cantidad de agua de amasado, pero también, el tamaño máximo del agregado grueso, la forma de los agregados y su granulometría.

La consistencia se fija antes de la puesta en obra, analizando cual es la más adecuada para la colocación según los medios que se dispone de compactación. Se trata de un parámetro fundamental en el concreto fresco.

**Gráfico 4.** *Cono de Abrams con su varilla compactadora*



**Fuente:** vamec.com.ar

## Procedimiento

- El molde debe estar humedecido y colocado en una superficie limpia y totalmente nivelada.
- Se separa la mezcla representativa del concreto, luego se procede a llenar el cono con esta mezcla en 3 capas de 1/3 del volumen del cono cada una.
- A cada capa se le dará 25 golpes con la varilla compactadora. Una vez culminado el proceso, se limpiará el borde del cono y alineará a ras con el borde del molde.
- Se procede a alzar el molde, en un movimiento seguro y rápido en forma vertical, todo el procedimiento antes descrito, debe tener como tiempo máximo de 2min y 30 seg.
- El molde se coloca en forma invertida al costado de la mezcla asentada, luego, se procede a colocar la varilla compactadora como referencia para tomar la medida desde el centro de la mezcla.

**Gráfico 5.** Toma de medida de slump con el cono de Abrams



**Fuente:** Obra en construcción

**Cuadro 15.**

*Clases de consistencias según el slump*

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	MÉTODO DE COMPACTACIÓN
SECA	0-2	poco trabajable	vibración normal
PLÁSTICA	3-4	trabajable	vibración ligera
FLUIDA	6-9	muy trabajable	chuseo

**Fuente:** Diseño de mezclas - enrique Riva López

**Cuadro 16.**

Diferentes estructuras con los slump más adecuados

DESCRIPCIÓN	MÍNIMO	MÁXIMO
Zapatas y muros de cimentación armados	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
columnas de edificios	4"	1"
2Losas y pavimentos	3"	1"
Concretos ciclópeos	2"	1"

**Fuente:** Diseño de mezclas - enrique Riva López

### 2.1.14.3 CURADO DEL CONCRETO

*(MTC E 702 2000, NTP 339.033, ASTM C 31)*

#### **Moldes cilíndricos**

Los moldes para las probetas concreto, serán de acero, fierro fundido u otro material no reaccione con el concreto de Cemento Portland.

#### **Preparación de probetas de concreto**

La mezcla de concreto debe ser tal que deje un 10% de residuo después de haber moldeado la muestra de ensayo.



Se pone en funcionamiento la mezcladora, se introduce el agregado grueso y al cabo de unas cuantas revoluciones se adiciona el agregado fino, el cemento y el agua.

El concreto debe mezclarse durante 3 minutos a partir del momento en que todos los ingredientes estén en la mezcladora. También, debe restituirse todo mortero que se pierda por adhesión a la mezcladora para conservar las proporciones.

La muestra del concreto debe ser representativa; además, se debe mezclar continuamente la mezcla del concreto durante el llenado del molde con el objeto de prevenir la segregación.

En la colocación de la capa final se debe intentar colocar una capa de concreto que complete exactamente el relleno del molde.

#### **Cuadro 17.**

Moldeo de especímenes por apisonado

<b>Tipo de espécimen y tamaño</b>	<b>Número de capas de aprox. Igual altura</b>	<b>Número de golpes por capa</b>
<b>Cilindros: diámetro, mm</b>		
<b>100</b>	2	25
<b>150</b>	3	25
<b>225</b>	4	50
<b>Vigas: ancho, mm</b>		
<b>150 a 200</b>	2	
➤ <b>200</b>	3 o más de igual altura sin exceder 150 mm	10 ±2 , 16±2

Fuente: INACAL 2015

#### **Curado método estándar**

Para especímenes elaborados y curados bajo método estándar, se consideran sus resistencias, para los siguientes propósitos:

- Ensayos para una resistencia especificada.
- Verificación de las proporciones de la mezcla para una resistencia especificada.
- Control de calidad.

- Para decidir la puesta en servicio de una obra.
- Para comparar resultados con otros métodos.
- Para determinar el tiempo requerido para remover encofrado.

### **Almacenamiento**

Se trasladan los especímenes al lugar donde se desarrollará el curado inicial. Los especímenes se colocarán en una superficie nivelada dentro de 20 mm/m. Si la superficie superior es dañada durante el movimiento para su almacenamiento al lugar del curado inicial, se debe proceder inmediatamente al resane del acabado.

### **Curado inicial**

Después de moldeado, los especímenes deben ser almacenados por un periodo de hasta 48 h en un rango de temperatura entre 16 °C a 27 °C. Para mezclas de concreto con una resistencia especificada de 40 MPa o mayor, la temperatura inicial de curado debe estar entre 20 °C y 26 °C. Se pueden emplear varios procedimientos que sean capaces de mantener, durante el periodo de curado inicial, las condiciones de humedad y temperatura especificadas.

Es importante, proteger todos los especímenes de la luz directa del sol.

### **Curado final**

Luego de completar el curado inicial y dentro de los 30 min después de remover los moldes, los especímenes se deben curar manteniendo agua libre sobre sus superficies permanentemente a una temperatura de 23 °C ± 2 °C.

## **2.1.14.4 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

**(NTP. 339.034 – ASTM C-39)**

### **Aplicación**

La resistencia no es una propiedad intrínseca del concreto. Los valores obtenidos pueden depender del tamaño y la forma de la

muestra, el tipo de mezcla, los procedimientos de mezclado, los métodos de muestreo, moldeo y edad, temperatura y condiciones de humedad durante el curado.

### **Probeta de ensayo**

Los especímenes de ensayo estándar son cilindros de concreto de 150 x 300 mm o 100x200 mm, se pueden usar otras dimensiones, pero deben cumplir la relación Long, /diám. =2. Las diferencias de diámetros entre muestras probetas no debe ser mayor a 2%. El número mínimo de probetas, es de dos probetas de 150 mm de diámetro y 3 para 100 mm de diámetro.

### **Procedimiento**

Este método consiste en la aplicación de una carga de compresión uniaxial a los cilindros moldeados a una velocidad de carga especificada ( $0.25 \pm 0,05$  MPa /s). La resistencia a la compresión de la muestra probeta de concreto se calcula dividiendo la carga máxima obtenida durante el ensayo entre el área de la sección transversal de la muestra.

**Cuadro 18.**  
*Tipo de consolidación de la muestra*

<b>Asentamiento mm</b>	<b>Método de consolidación</b>
≥25	Aplonado o vibración
<25	Vibración

**Fuente:** INACAL 2015

**Cuadro 19.**  
*Cantidad de capas por tamaño de muestra*

TIPO DE ESPÉCIMEN Y TAMAÑO	NÚMERO DE CAPAS DE IGUAL ALTURA	NÚMERO DE GOLPES POR CAPA
<b>Cilindros:</b>		
<b>100</b>	2	25
<b>150</b>	3	25

225	4	50
<b>Vigas: ancho, mm</b>		
150 a 200	2	
>200	3 o más de igual altura sin exceder 150 mm	

**Fuente:** INACAL 2015

**Cuadro 20.**

*Edades de ensayos y tolerancias permisibles*

EDAD DE ENSAYO	TOLERANCIA PERMISIBLE
<b>24 h</b>	± 0.50 h ó 2.1 %
<b>3d</b>	± 2 h ó 2.8 %
<b>7 d</b>	± 6 h ó 3.6%
<b>28 d</b>	±20 h ó 3.0 %
<b>90 d</b>	± 48% ó 2.2%

**Fuente:** INACAL 2015

#### **2.1.14.5 AGUA EN LA MEZCLA DEL CONCRETO**

El agua cumple funciones importantes el diseño del concreto, tales como:

- Reaccionar con el cemento para hidratarlo.
- Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto.
- Brindar a la estructura de vacíos necesarios en la pasta, para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.
- Brinda un curado eficiente a las muestras para ensayos.
- El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 334.088 y ser de preferencia potable.

### **Cuadro 21.**

Valores de sustancias permisibles en el agua para elaborar concreto

<b>El agua debe estar dentro de estos límites permitidos:</b>	
Contenido máximo de materia orgánica, expresada en oxígeno consumido	3 ppm
El contenido de residuo sólido no será mayor a	5000 ppm
El PH estará en el rango de	5.5 – 8.0
El contenido de sulfatos, expresado en ion SO <sub>4</sub> será menor de	600 ppm
El contenido de cloruros, expresado en ion Cl, será menor	1000 ppm
El contenido de carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total) será mayor de	1000 ppm

**Fuente:** INACAL 2015

## **CONTENIDO MÁXIMO DE IONES CLORUROS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN DE LA ARMADURA**

### **Aguas prohibidas**

- Aguas ácidas
- Aguas calcáreas, minerales, carbonatadas o naturales.
- Aguas provenientes de minas o relaves
- Aguas que contengan residuos industriales.
- Aguas con un contenido de cloruro de sodio mayor del 3%; o un contenido de sulfato mayor del 1%.
- Aguas que contengan algas, materia orgánica, humus, partículas de carbón, turba azufre o descargas de desagües.
- Aguas que contengan azúcares o sus derivados.
- Aguas con porcentajes significativos de sales de sodio o potasio disueltos, en especial en todos aquellos casos en que es posible la reacción álcali-agregado

## **2.2 MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1 DEFINICIONES**

#### **DESECHO**

Es un material producido por la actividad humana el cual ha culminado su vida útil y debe ser eliminado.

#### **RESIDUOS SÓLIDOS**

Son objetos o materiales de desecho que se producen tras la transformación o utilización de bienes de consumo y que se desechan después de ser utilizados.

#### **RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN**

Constituyen un amplio porcentaje del total de los residuos generados por el ser humano y son aquellos producidos durante la construcción, renovación y demolición de cualquier tipo de estructura de edificación.

#### **RECICLAJE**

Es un proceso de recuperación de los materiales residuales en nuevos productos, con la finalidad de disminuir la emisión de residuos al ambiente y optimizar los recursos naturales.

#### **REUTILIZACIÓN**

Es la acción o proceso que permite volver a utilizar bienes, productos u objetos en forma continua. Un ejemplo de materiales reutilizables son las botellas de gaseosa que pueden usarse tantas veces sea necesario.

#### **AGREGADO NATURAL**

Son materiales inertes que reúnen características de dureza y resistencia, estos se encuentran en la naturaleza en lugares denominados canteras. Luego de pasar por un proceso de trituración y gradación son utilizados como insumos para la elaboración de concreto.

#### **AGREGADO RECICLADO**

Es el agregado producido a partir del proceso de reutilización de residuos de la construcción el cual pasa por los procesos de clasificación o

limpieza, trituración primaria, trituración secundaria y trituración terciaria si son necesarias. Actualmente, este producto está siendo usado como agregado para subbase de carretera y concreto de baja resistencia.

### **CONCRETO**

Es un elemento compuesto por la mezcla de cemento, agregado grueso, agregado fino, agua y aditivos, las proporciones de los insumos son de acuerdo a la resistencia y uso al cual estarán destinados.

### **CONCRETO SIMPLE**

Es un tipo de concreto que no lleva refuerzo, las proporciones de cemento y agregados son menores que para concretos reforzados y se utiliza generalmente en pisos y bases de edificaciones.

### **CONCRETO RECICLADO**

Es el concreto que contiene en sus componentes agregados de origen residual, el cual presenta diferencias en las propiedades de resistencia, permeabilidad y durabilidad respecto al concreto tradicional. Debido a los agregados reciclados, los cuales tienen mayor contenido de porosidad, humedad y abrasión que los agregados naturales.

### **DISEÑO DE MEZCLA**

Es un procedimiento empírico o analítico, su elaboración debe estar acorde a los requerimientos de la obra y mediante procedimientos estándar se logra una combinación perfecta de los insumos que conforman el concreto.

### **OBRA DE EDIFICACIÓN**

Son los proyectos que han sido realizados y que van a modificar la forma del terreno o subsuelos y transformarán la configuración paisajística del medio ambiente.

## **MARCO LEGAL**

El marco legislativo en el Perú respecto a los residuos de la construcción y demolición entro en vigencia en el año 2013 a través del Decreto Supremo N°003-2013- VIVIENDA – Reglamento para la gestión y manejo de los residuos de las actividades de la construcción y demolición. En este reglamento se dan los primeros lineamientos para la segregación, reciclaje y comercialización de los residuos de la construcción promoviendo de esta forma la sostenibilidad ambiental.

## **IMPACTO AMBIENTAL**

Es la alteración de la naturaleza en forma positiva o negativa y que va a modificar el comportamiento del ecosistema al cual se afecta.

## **GESTIÓN AMBIENTAL**

Conjunto estructurado de principios, normas técnicas, procesos y actividades, orientado a administrar los intereses y recursos relacionados con los objetivos de la política ambiental y alcanzar así, una mejor calidad de vida y el desarrollo integral de la población.

## **SOSTENIBILIDAD**

Es un proceso que abarca el comportamiento social, económico y ambiental, encaminado hacia la búsqueda del bien común. Donde se busca generar el equilibrio entre el uso de los recursos y la naturaleza.

## **EFICIENCIA DE LOS RECURSOS**

Supone desvincular el crecimiento económico de la degradación ambiental y promover un uso eficiente de los recursos y de la energía.

## **TECNOLOGÍAS LIMPIAS**

Tecnología limpia está orientada a reducir y evitar la contaminación modificando el proceso y/o el producto en base a la incorporación de los adelantos de la ciencia y la tecnología, en los procesos productivos generando una seria de beneficios económicos a las empresas, tales como la utilización eficiente de recursos, reducción de costos de recolección, transporte, tratamiento y disposición final.



# **CAPÍTULO III**

## ***MARCO METODOLÓGICO***

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 HIPÓTESIS CENTRAL DE LA INVESTIGACIÓN**

Es factible elaborar concreto simple con agregado reciclado obtenido de los residuos de las edificaciones en Nuevo Chimbote y cumplir con los parámetros de las normas técnicas (American Society for testing and Materials ASTM, Norma Técnica Peruana NTP y el Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones EM 2000).

#### **3.2 VARIABLES E INDICADORES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **3.2.1 VARIABLE DEPENDIENTE**

###### **CONCRETO SIMPLE**

Definiendo operacionalmente, al concreto patrón  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$  100%-AN se le realizarán variaciones en la proporción del agregado grueso, donde se obtendrá una muestra experimental 50%-R a la cual se le realizarán ensayos de laboratorio para demostrar que es un concreto óptimo para el uso en construcción.

##### **3.2.2 VARIABLE INDEPENDIENTE**

###### **AGREGADO RECICLADO**

Son producto del proceso de transformación de los residuos de construcción y demolición, en gradaciones de 1",  $\frac{3}{4}$ ",  $\frac{1}{2}$ ", de acuerdo al concreto reciclado que se va a producir. Las propiedades y características físico- mecánicas son similares a los agregados naturales, excepto en la porosidad y absorción que suelen ser más elevados.

### 3.2.3 INDICADORES

*Cuadro 22.*  
*Indicadores de variables*

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR (Definición operacional)	VALOR ES FINALE S	TIPOS DE VARIABLES
<b>CONCRETO SIMPLE</b> (f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> )	Mecánicas	- Resistencia a la compresión	Kg/cm <sup>2</sup>	Numérica
<b>AGREGADO RECICLADO</b> F'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	Físicas	- Granulometría - Abrasión - Absorción - humedad - Peso específico - Forma y textura - Contaminantes e impurezas	m % % % Kg/m <sup>3</sup> %	Numérica Numérica Numérica Numérica Numérica Numérica Numérica

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.3 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El método de la presente investigación es del tipo experimental ya que busca mediante los conocimientos adquiridos sobre los agregados reciclados determinar experimentalmente en un laboratorio, la posibilidad de producir concreto que cumpla con los requerimientos de calidad estándar.

Para estos procedimientos se seguirán los parámetros de la norma técnica peruana ITINTEC y la norma técnica internacional ASTM.

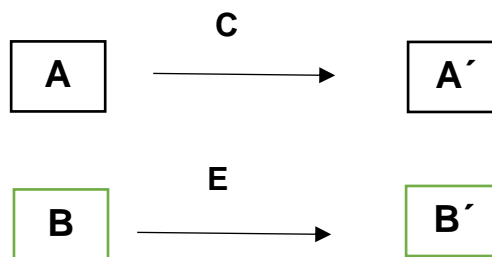
El análisis de los resultados se realizará mediante un proceso sistemático de cuadros de comportamiento para demostrar la hipótesis planteada.

### 3.4 DISEÑO O ESQUEMA DE LA INVESTIGACIÓN

#### Experimental - clásico

Las muestras llevadas a laboratorio serán manipuladas a fin de determinar la validez de la hipótesis.

*Gráfico 6. Muestra control (C) y muestra experimental (E)*



A: Concreto tradicional

B: Concreto con agregado reciclado

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.5.1 POBLACIÓN

##### POBLACIÓN OBJETIVO

Residuos de las edificaciones, construcción y demolición.

##### POBLACIÓN MUESTRAL

Residuos de las edificaciones y demolición del distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa – Ancash.

#### 3.5.2 MUESTRA

##### TAMAÑO DE MUESTRA

30 muestras de Concreto estructural  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

## **TIPO DE MUESTREO**

Muestreo por conveniencia (no probabilístico y no aleatorio).

### **3.6 ACTIVIDADES DEL PROCESO INVESTIGATIVO**

#### **3.6.1 MÉTODO DEL CUARTEADOR MANUAL PARA OBTENER MUESTRA REPRESENTATIVA DE AGREGADO GRUESO RECICLADO (ASTM C- 702):**

Mediante el método del cuarteador manual se obtendrá una cantidad homogénea de agregados grueso reciclado y de esta forma, conseguir fracciones de la muestra representativa del material deseado.

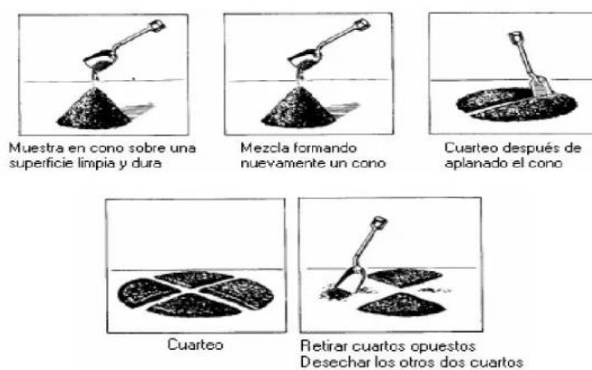
#### **PROCEDIMIENTO**

Para el desarrollo de esta actividad se ubicará un lugar limpio y amplio, también, es necesario tener una pala, una carretilla o buguie y útiles de limpieza.

Se coloca el material de aproximadamente 50 kg. En forma de cono sobre la superficie libre de impurezas, luego con la pala se procede a extender el cono hasta formar una rueda de 7 cm de espesor. Seguidamente, se trazan dos perpendiculares que va a separar la muestra en cuatro fracciones.

Después, se retiran las porciones contrarias y con lo restante se forma nuevamente un cono. Por último, este procedimiento se realiza las veces que resulten necesarias hasta lograr la proporción de muestra deseada.

**Gráfico 7. Muestra control (C) y muestra experimental (E)**



**Fuente:** ASTM C-702

**Gráfico 8. Muestra triturada de agregados reciclados**



**Fuente:** Elaboración propia

### **3.6.2 ENSAYO DE CONTENIDO HUMEDAD (MTC-E108-2000 ASTM C-566)**

#### **DEFINICIÓN**

La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje del peso del agua en una masa del suelo, al peso de las partículas sólidas.

#### **PRINCIPIO DEL MÉTODO**

Las partículas de agregado grueso especialmente aquellas que no son más grande de 50 mm (2 pulg.) pueden requerir grandes periodos de

tiempo para que la humedad que se encuentre dentro del agregado, salga a la superficie del mismo.

### **APARATOS**

- **Balanza:** con una precisión, legible y sensible dentro de 0.1% de carga de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso.
- **Recipiente para muestra:** que no sea afectado por el calor y de suficiente volumen para contener la muestra y de tal forma que la profundidad de la muestra no exceda 1/5 de la dimensión lateral más pequeña.
- **Fuente de calor:** un horno ventilado capaz de mantener la temperatura circundante a la muestra de  $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ . donde una regulación estrecha no sea requerida, otra fuente de calor que puedan ser utilizadas.
- **Agitador:** una cuchara metálica o una espátula de tamaño conveniente.

### **MUESTREO**

- Obtener una muestra de acuerdo a la norma **ASTM D-75**.
- Se reduce la muestra de acuerdo a la norma **ASTM C-702**, después de que se ha obtenido el tamaño máximo nominal según la norma **ASTM C-136**.
- Asegurar una muestra representativa de agregado para contenido de humedad y teniendo una masa no menor que la cantidad de la tabla. Proteger la muestra contra pérdidas de humedad previa determinación de la masa.

**Cuadro 23.**

*Tamaño de muestra para el agregado grueso*

Tamaño de muestra para el agregado	
Tamaño máximo nominal del agregado (pulg)	Masa de muestra de agregado (kg)
0.187 ó n°4	0.5
3/8"	1.5
1/2"	2
3/4"	3
1"	4
1 1/2"	6
2"	8

**Fuente:** ASTM C-566 (2015)

**PROCEDIMIENTO**

- Procedemos a pesar la cantidad necesaria para el ensayo de nuestro cuarteo realizado previamente. Determinación da la masa de la muestra con una aproximación de 0.1%.
- Procedemos a llevar la muestra a nuestra fuente de calor, en nuestro caso el horno que está a una temperatura de 110±5°C. Ponemos la muestra al horno por aproximadamente 24 ±4 horas hasta que la muestra este homogénea.
- Al momento de retira la muestra del horno dejar enfriar aproximadamente 10min a temperatura ambiente y luego de eso procedemos a pesar la muestra dando nos cuenta de la variación de peso.

**CÁLCULOS**

Calcular el contenido de humedad total evaporable con la siguiente formula.

$$P = \frac{W - D}{D} * 100 \dots\dots\dots(8)$$



**Donde:**

**P:** Contenido de humedad evaporable (%)

**W:** Masa original de la muestra (gr)

**D:** Masa seca (gr)

### 3.6.3 PESO UNITARIO SUELTO DE LOS AGREGADOS (MTC E 203 - 2000)

Se denomina peso volumétrico del agregado, al peso que alcanza un determinado volumen unitario. Generalmente se expresa en kilos por metro cúbico. Este valor es requerido cuando se trata de agregados ligeros o pesados y para convertir cantidades en volumen y viceversa, cuando el agregado se maneja en volumen. El peso unitario se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$M = \frac{(G - T)}{V} \dots\dots\dots(9)$$

**Donde:**

**M:** Peso unitario de los agregados (kg/m<sup>3</sup>)

**G:** Peso del agregado más el recipiente (kg)

**T:** Peso del recipiente (kg)

**V:** Volumen del recipiente (m<sup>3</sup>)

En el diseño de mezclas de concreto se utilizan los datos del peso volumétrico suelto y compacto del agregado grueso. Calculándose los pesos respectivos con las relaciones siguientes:

**P.V.S** = Peso del material suelto (kg/m<sup>3</sup>)

**P.V.C** = Peso del material compactado (kg/m<sup>3</sup>)

#### **Cuadro 24**

*Capacidad del recipiente de acuerdo al tamaño máximo*

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO (mm)	12.5	25	40	100
CAPACIDAD (litros)	3	10	15	30

**Fuente:** MTC 203-2000

#### **3.6.4 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS (MTC E204-2000 ASTM C-33 y36 NTP 400.012)**

Este modo de control de calidad está basado en las normas ASTM C-36 y ASSHTO T -27, los cuales se han adaptado, a nivel de implementación a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este modo de verificación está sujeto a revisión y actualización continua.

#### **CONTROL DE CALIDAD**

- Determinar, cuantitativamente, los tamaños de las partículas de agregados gruesos y finos de un material, por medio de tamices de abertura cuadrada.
- Se determina la distribución de los tamaños de las partículas de una muestra seca del agregado, por separación a través de tamices dispuestos sucesivamente de mayor a menor abertura.
- La determinación exacta de materiales que pasan el tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (No. 200) no puede lograrse mediante este ensayo. El método de ensayo que se debe emplear será: "Determinación de la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (No. 200)", norma MTC E202.

## EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- **Balanza** - Con sensibilidad de por lo menos 0.1% del peso de la muestra que va a ser ensayada.
- **Tamices** -Tamices seleccionados de acuerdo con las especificaciones del material que va a ser ensayado.
- **Estufa de tamaño adecuado** - Capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$  ( $230^{\circ} \pm 9^{\circ} \text{F}$ ).
- **Agitador mecánico de tamices** – Este agitador impartirá un movimiento vertical o movimiento lateral al tamiz, causando que las partículas tiendan a saltar y girar presentando así diferentes orientaciones a la superficie del tamizado.

## MUESTREO

- Las muestras para el ensayo se obtendrán por medio de cuarteo, manual o mecánico. El agregado debe estar completamente mezclado y tener la suficiente humedad para evitar la segregación y la pérdida de finos. La muestra para el ensayo debe tener la masa seca aproximada y consistir en una fracción completa de la operación de cuarteo. No está permitido seleccionar la muestra a un peso exacto determinado.
- 
- **Agregado fino** - Las muestras de agregado fino para el análisis granulométrico, después de secadas, deberán tener mínimo 300gr.

**Cuadro 25**  
*Tamizaje de agregado fino*

<b>Tamaño de la malla</b>	<b>Porcentaje que pasa en peso</b>
9.52 mm (3/8")	100
4.75mm (N°4)	95-100
2.36mm (N°8)	80 -100
1.18mm (N°16)	50-85
0.60mm (N°30)	25-60
0.30mm (N°50)	10-30
0.15mm(N°100)	2-10

**Fuente:** ASTM C-33

- **Agregado grueso** - Las muestras de agregado grueso para el análisis granulométrico, después de secadas, deberán tener aproximadamente los siguientes pesos:

**Cuadro 26.**

*Tamizaje del agregado grueso*

<b>Máximo tamaño nominal con abertura cuadrada</b>		<b>Peso mínimo de la muestra de ensayo</b>
<b>(mm)</b>	<b>(pulg)</b>	<b>(kg)</b>
9.5	(3/8)	1
12.5	(1/2)	2
19.0	(3/4)	5
25.0	(1)	10
37.5	(1 ½)	15
50.0	(2)	20
63.0	(2 ½)	35
75.0	(3)	60
90.0	(3 ½)	100
100.0	(4)	150
112.0	(4 ½)	200
125.0	(5)	300
150.0	(6)	500

**Fuente:** MTC E204-2000

- Para mezclas de agregados gruesos y finos, la muestra será separada en dos tamaños, por el tamiz de 4.75 mm (No. 4).

- La cantidad de material que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200), se puede determinar por el método de ensayo MTC E202. (Determinación de la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75  $\mu$ mm (No. 200)).

## **PROCEDIMIENTO**

- Selecciónese un grupo de tamices de tamaños adecuados para cumplir con las especificaciones del material que se va a ensayar. Colóquense los tamices en orden decreciente, por tamaño de abertura. Efectúese la operación de tamizado a mano o por medio de un tamizador mecánico, durante un período adecuado.
- Límitese la cantidad de material en un tamiz dado, de tal forma que todas las partículas tengan la oportunidad de alcanzar las aberturas del tamiz varias veces durante la operación del tamizado. El peso retenido en tamices menores al de 4.75 mm (No. 4) cuando se complete la operación de tamizado, no debe ser mayor de 7 kg/m<sup>2</sup> de superficie tamizada. Para tamices de 4.75 mm (No. 4) y mayores, el peso en kg/m<sup>2</sup> por superficie de tamizado no excederá el producto de 2.5 x abertura del tamiz (mm).
- Determinése el peso de la muestra retenido en cada tamiz, con una balanza que cumpla lo exigido en el numeral 2.1. El peso total del material después del tamizado, debe ser comparado con el peso original de la muestra que se ensayó. Si la cantidad difiere en más del 0.3%, basado en el peso de la muestra original seca, el resultado no debe ser aceptado.

## **CÁLCULOS**

- Calcúlese el porcentaje que pasa, el porcentaje total retenido, o el porcentaje de las fracciones de varios tamaños, con una aproximación de 0.1%, con base en el peso total de la muestra inicial seca.

- Si la muestra fue primero ensayada por el método MTC E202, inclúyase el peso del material más fino que el tamiz de 75 mm (No. 200) por lavado en los cálculos de tamizado, y úsese el total del peso de la muestra seca previamente lavada en el método mencionado, como base para calcular todos los porcentajes.
- Cuando sea requerido, calcular el módulo de finura como la suma de los porcentajes retenidos, acumulados para cada una de las siguientes mallas, dividiendo la suma por 100: 150  $\mu\text{m}$  (Nº 100), 300  $\mu\text{m}$  (Nº 50), 600  $\mu\text{m}$  (Nº 30), 1,18 mm (Nº 16), 2,36 mm (Nº 8), 4,75 mm (Nº 4), 9,5 mm (3/8"), 19,0 mm (3/4"), 37,5 mm (1 1/2"), y mayores, incrementando en la relación de 2 a 1.

### **3.6.5 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESO (MTC E206-2000 NTP 400.021)**

#### **OBJETIVO**

Describe el procedimiento que debe seguirse para la determinación de los pesos específicos aparente y nominal, así como la absorción, después de 24 horas de sumergidos en agua, de los agregados con tamaño igual o mayor a 4.75 mm (tamiz No. 4).

#### **CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta norma se aplica para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción del agregado grueso, a fin de usar estos valores tanto en el cálculo y corrección del diseño de mezclas, como en el control de uniformidad de sus características físicas.

Este método no es aplicable para agregados ligeros por cuanto con la inmersión en agua por 24 horas, no asegura que los poros se llenen completamente, lo cual es un requisito necesario para poderlo aplicar eficientemente.

## **DEFINICIONES**

**Volúmenes aparentes y nominales** - En un sólido permeable, si se incluye en su volumen la parte de vacíos accesibles al agua en las condiciones que se establezcan, se define el volumen denominado "aparente"; si se excluye este volumen de vacíos al volumen resultante, se denomina "nominal".

**Peso específico aparente y nominal** - En estos materiales, se define el peso específico aparente como la relación entre el peso al aire del sólido y el peso de agua correspondiente a su volumen aparente, y peso específico nominal a la relación entre el peso al aire del sólido y el peso de agua correspondiente a su volumen nominal

## **EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

**Balanzas** – Capacidad aproximada de 5000 g según el tamaño máximo de la muestra para ensayo, con sensibilidad de 0.5 g para pesos hasta de 5000 g, o 0.0001 veces el peso de la muestra, para pesos superiores.

**Canastillas metálicas** - Se dispondrá de dos tipos de canastillas metálicas, de aproximadamente igual base y altura, fabricadas con armazón de suficiente rigidez y paredes de tela metálica con malla de 3 mm. Para agregados con tamaño máximo inferior a 38 mm (1 ½") se utilizarán canastillas con capacidades de 4 a 7 dm<sup>3</sup> y para tamaños superiores canastillas con capacidades de 8 a 16 dm<sup>3</sup> (litros).

**Dispositivo de suspensión** -Se utilizará cualquier dispositivo que permita suspender las canastillas de la balanza, una vez sumergida

## **PREPARACIÓN DE LA MUESTRA**

Se comienza por mezclar completamente los agregados, cuarteándolos a continuación, hasta obtener aproximadamente la cantidad mínima necesaria para el ensayo, después de eliminar el material inferior a 4.75 mm. Las cantidades mínimas para ensayo se

indican en la tabla 3.3.5, en función del tamaño máximo nominal del agregado.

**Cuadro 27 .**  
*Cantidades mínimas para ensayar*

Tamaño máximo Nominal		Cantidad mínima de muestra
(mm)	(pulg)	(kg)
Hasta 12.5	½"	2
19.0	¾"	3
25.0	1"	4
37.5	1 ½"	5
50.0	2"	8
63.0	2 ½"	12
75.0	3"	18
90.0	3 ½"	25

**Fuente:** NTP 400.021

## PROCEDIMIENTO

- La muestra se lava inicialmente con agua hasta eliminar completamente el polvo u otras sustancias extrañas adheridas a la superficie de las partículas; se seca a continuación en una estufa a 100° - 110 °C y se enfría al aire a la temperatura ambiente durante 1 a 3 horas. Una vez fría se pesa, repitiendo el secado hasta lograr peso constante, y se sumerge en agua, también a temperatura ambiente, durante 24± 4 horas.
- Después del período de inmersión, se saca la muestra del agua y se secan las partículas rodándolas sobre un pifio absorbente de gran tamaño, hasta que se elimine el agua superficial visible, secando individualmente los fragmentos mayores. Se tomarán las precauciones necesarias para evitar cualquier evaporación de la superficie de los agregados. A continuación, se determina el peso de la muestra en el estado de saturada con superficie seca



(S.S.S.). Estas y todas las pesadas subsiguientes se realizarán con una aproximación de 0.5 g para pesos hasta 5000 g y de 0.0001 veces el peso de la muestra para pesos superiores.

- A continuación, se coloca la muestra en el interior de la canastilla metálica y se determina su peso sumergido en el agua, a la temperatura entre 21° y 25 °C y un peso unitario de  $0.997 \pm 0.002 \text{ g/cm}^3$ . Se tomarán las precauciones necesarias para evitar la inclusión de aire en la muestra sumergida, agitando convenientemente. La canastilla y la muestra deberán quedar completamente sumergidas durante la pesada y el hilo de suspensión será lo más delgado posible para que su inmersión no afecte a las pesadas.
- Se seca entonces la muestra en horno a 100° - 110 °C, se enfría al aire a la temperatura ambiente durante 1 a 3 horas y se determina su peso seco hasta peso constante.

**A:** Peso en el aire de la muestra seca en gramos.

**B:** Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.

**C:** Peso sumergido en agua de la muestra saturada, en gramos. Se calculan los pesos específicos aparente, saturado con superficie seca y nominal, así como la absorción, por medio de las siguientes expresiones:

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{B - C} \dots\dots\dots(10)$$

$$\text{Peso específico aparente (S.S.S.)} = \frac{A}{B - C} \dots\dots\dots(11)$$

$$\text{Peso específico nominal} = \frac{A}{A - C} \quad \dots\dots\dots(12)$$

$$\text{Absorción} = \frac{B - A}{A} \times 100 \quad \dots\dots\dots(13)$$

$$G_{pr} = \frac{1}{\frac{P_1}{100G_1} + \frac{P_2}{100G_2} + \frac{P_n}{100G_n}} \quad \dots\dots\dots(14)$$

$$A = \frac{P_1A_1}{100} + \frac{P_2A_2}{100} + \frac{P_nA_n}{100} \quad \dots\dots\dots(15)$$

**NOTA:**

**S.S.S:** Saturado con Superficie Seca.

Se expresarán siempre las temperaturas a las que se hayan determinado los pesos.

- Cuando se divide la muestra total para ensayo en fracciones más pequeñas como se indica en el numeral 4.2, se ensayarán por separado cada una de las fracciones, calculándose sus respectivos pesos específicos y absorción a partir de las expresiones del numeral
- Para obtener el verdadero valor, tanto del peso específico como de la absorción, correspondientes a la mezcla total (n fracciones), se aplican las expresiones.

**DONDE:**

**P1, P2...Pn:** Porcentajes respectivos del peso de cada fracción con respecto al peso total de la muestra.

- G1, G2... Gn:** Peso específico (aparente saturado con superficie seca o real, el que se esté calculando) de cada fracción de la muestra total.
- A1, A2...An:** Porcentajes de absorción de cada fracción de la muestra total.
- Gp:** Verdadero valor del peso específico correspondiente (aparente, saturado superficie seca o real) a la muestra total.
- A:** Valor del porcentaje de absorción de la muestra total.

### 3.6.6 GRAVEDAD ESPECÍFICA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (MTC E205 -2000 NTP 400.022)

#### Definiciones

**Absorción** - Es el aumento de la masa del agregado debido al agua que penetra en los poros de las partículas, durante un período de tiempo prescrito, pero sin incluir el agua que se adhiere a la superficie exterior de las partículas, expresado como porcentaje de la masa seca.

**Densidad** - Es la masa por unidad de volumen de un material, expresado como kilogramos por metro cúbico.

- **densidad (OD):** Es la masa de las partículas de agregado seco al horno, por unidad de volumen, de partículas de agregado, incluyendo el volumen de los poros permeables e impermeables dentro de las partículas, pero sin incluir los espacios vacíos entre las partículas.
- **densidad (SSD):** Es la masa del agregado saturado superficialmente seco, por unidad de volumen de las partículas de agregado, incluyendo el volumen de poros permeables e

impermeables, poros llenos de agua dentro de las partículas, pero sin incluir los espacios vacíos entre las partículas.  
densidad aparente: Es la masa por unidad de volumen, de la porción impermeable de las partículas del agregado.

**secado al horno (OD):** Relacionados a las partículas del agregado, es la condición en la que los agregados se han secado por calentamiento en un horno a  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante un tiempo suficiente para alcanzar una masa constante.

**densidad relativa (gravedad específica):** Es la relación de la densidad de un material a la densidad del agua a una temperatura indicada; los valores son adimensionales.

- **densidad relativa (gravedad específica) (OD):** Es la relación de la densidad (OD) del agregado a la densidad del agua a una temperatura indicada.
- **densidad relativa (gravedad específica), (SSD):** Es la relación de la densidad (SSD) del agregado a la densidad del agua a una temperatura indicada.
- **densidad relativa aparente (gravedad específica aparente),** Es la relación de la densidad aparente de los agregados a la densidad del agua a una temperatura indicada
- **saturada superficialmente seco (SSD):** Relacionado a las partículas del agregado, es la condición en la que los poros permeables de las partículas de agregado están llenos de agua por inmersión, durante el período de tiempo determinado, pero sin contener agua libre en la superficie de las partículas.

## **APARATOS**

**Balanza** - Una balanza o báscula que tiene una capacidad de 1 kg o más, sensibles a 0,1 g o menos, y una precisión de 0,1 % de la carga de ensayo en cualquier punto dentro de la gama de uso de este método de ensayo. Dentro de un rango de 100 g de la carga de la prueba, la diferencia entre las lecturas deberá tener una precisión de 0,1 g.

**Picnómetro (para usarse con el procedimiento gravimétrico)** - Un frasco u otro contenedor apropiado en el cual la muestra de agregado fino puede ser rápidamente introducida y en el cual el contenido del volumen puede ser calibrado hasta  $\pm 0,1 \text{ cm}^3$ . El volumen del recipiente lleno hasta la marca será de al menos 50 % mayor que el espacio necesario para acomodar la muestra de ensayo. Un matraz aforado de  $500 \text{ cm}^3$  de capacidad o un frasco de vidrio, equipado con una tapa de picnómetro es satisfactorio para una muestra de 500 g de la mayoría de los áridos finos.

**Frasco (para su uso en determinación volumétrica)** - Un frasco de Le Chatelier, como se describe en la NTP 334.005, es apropiado para una muestra de aproximadamente 55 g.

**El molde y barra compactadora para los ensayos superficiales de humedad** - El molde metálico deberá tener la forma de un tronco de cono con las dimensiones de la siguiente manera:  $40 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$  de diámetro interior en la parte superior,  $90 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$  de diámetro interior en la parte inferior y  $75 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$  de altura; el metal debe tener un espesor mínimo de 0,8 mm. La barra compactadora de metal tendrá una masa de  $340 \text{ g} \pm 15 \text{ g}$  y una cara plana circular de apisonamiento de  $25 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$  de diámetro.

**Estufa** - Una estufa de tamaño suficiente, capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ .

## **PREPARACIÓN DE LA MUESTRA**

Colocar la muestra de ensayo en un recipiente adecuado y secar en la estufa hasta una masa constante a una temperatura  $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Dejar que se enfríe a temperatura apropiada de manipulación (aproximadamente  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ ), cubrir con agua, ya sea por inmersión o por adición hasta alcanzar al menos 6 % de humedad del agregado fino y se deja reposar durante  $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$ . Cuando se utilizan agregados ligeros del Grupo II de la ASTM C330 o ASTM C332, sumergir el

agregado en agua a temperatura ambiente durante un período de 72 h  $\pm$  4 h, agitando durante al menos un minuto cada 24 h.

Cuando los valores de absorción y la densidad relativa (gravedad específica) se para ser utilicen en la dosificación de mezclas de concreto, en el que los agregados estarán en su condición húmeda natural, el requisito de secado inicial en el apartado 7.1 es opcional, y si las superficies de las partículas en la muestra se han mantenido constantemente húmedas hasta la prueba, también es opcional el requisito de remojo establecido en el párrafo 7.1 por 24 h  $\pm$  4 h ó 72 h  $\pm$  4 h.

**Prueba de humedad superficial:** Colocar el molde firmemente sobre una superficie no absorbente suave con el diámetro mayor hacia abajo. Colocar una porción del agregado fino suelto parcialmente seco en el molde llenándolo hasta el tope y amontonar material adicional por encima de la parte superior del molde sujetándolo con los dedos de la mano que sostiene el molde. Ligeramente apisonar el agregado fino en el molde con 25 golpes con la barra compactadora. Comience cada golpe aproximadamente a 5 mm por encima de la superficie superior del agregado fino. Permita que la barra compactadora caiga libremente bajo la atracción gravitatoria de cada golpe. Ajustar la altura inicial de la nueva elevación de la superficie después de cada golpe y distribuir los golpes sobre la superficie. Retirar la arena suelta de la base y levantar el molde verticalmente. Si la humedad de la superficie está todavía presente, el agregado fino conservará la forma moldeada. La ligera caída del agregado fino moldeado indica que se ha llegado a un estado de superficie seca.

### Cálculos

$$\text{Gravedad específica aparente: } \frac{A}{W+W_c-C} \dots\dots\dots (16)$$

$$\text{Gravedad específica aparente (S.S.S): } \frac{A}{W+W_c-C} \dots\dots\dots(17)$$

$$\text{Gravedad específica nominal: } \frac{A}{W+A-C} \dots\dots\dots(18)$$

$$\text{Absorción: } \frac{W_c-A}{A} X100 \dots\dots\dots (19)$$

**Donde:**

- A:** Peso en el aire de la muestra deseada en gramos.
- w:** Peso del picnómetro aforado lleno de agua en gramos.
- C:** Peso total del picnómetro aforado con l muestra y lleno de agua en gramos.
- wc.:** Peso de la muestra saturada, con superficie seca en gramos.

**3.6.7 ABRASION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 ½") (MTC E 207-2000 ASTM C-131)**

**OBJETIVO**

El método se emplea para determinar la resistencia al desgaste de agregados naturales o triturados, empleando la citada máquina con una carga abrasiva.

**MATERIALES Y EQUIPOS**

**Balanza** - Que permita la determinación del peso con aproximación de 1 g.

**Estufa** - Que pueda mantener una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F).

**Tamices**

**Máquina de Los Ángeles** - La máquina para el ensayo de desgaste de Los Ángeles tendrá las características que se indican en la Figura 1. Consiste en un cilindro hueco, de acero, con una longitud interior de 508 ± 5 mm (20 ± 0.2") y un diámetro, también interior, de 711 ± 5 mm (28 ± 0.2"). Dicho cilindro lleva sus extremos cerrados y en el

centro de cada extremo un eje, que no penetra en su interior, quedando el cilindro montado de modo que pueda girar en posición horizontal alrededor de este eje. El cilindro estará provisto de una abertura, para introducir la muestra que se desea ensayar, y un entrepaño, para conseguir la rotación de la mezcla y de la carga abrasiva. La abertura podrá cerrarse por medio de una tapa con empaquetadura que impida la salida del polvo, fijada por medio de pernos. La tapa se diseñará de manera tal que se mantenga el contorno cilíndrico interior.

La máquina será accionada y contrabalanceada en forma tal, que debe mantener la velocidad periférica básicamente uniforme. La pérdida de velocidad y el deslizamiento del mecanismo de transmisión son causa frecuente de que los resultados del ensayo no coincidan con los obtenidos en otra máquina de desgaste de Los Ángeles con velocidad periférica constante.

**Carga abrasiva** - La carga abrasiva consistirá en esferas de acero o de fundición, de un diámetro entre 46.38 mm (1 13/16") y 47.63 mm (1 7/8") y un peso comprendido entre 390 g y 445 g.

*Cuadro 28.*

*La carga abrasiva depende de la granulometría*

<b>Granulometría de ensayo</b>	<b>Numero de esferas</b>	<b>Peso total (g)</b>
<b>A</b>	12	5000 ±25
<b>B</b>	11	4584±25
<b>C</b>	8	3330±20
<b>D</b>	6	2500±15

**Fuente:** MTC E 207-2000

## **PREPARACIÓN DE LA MUESTRA**

La muestra consistirá en agregado limpio por lavado y secado en horno a una temperatura constante comprendida entre 105 y 110 °C (221 a 230°F), separada por fracciones de cada tamaño y recombinadas con una de las granulometrías indicadas en la



Tabla 2. La granulometría o granulometrías elegidas serán representativas del agregado tal y como va a ser utilizado en la obra. La muestra antes de ensayada deberá ser pesada con aproximación de 1 g.

**Cuadro 29**

*Granulometría de la muestra de agregado para el ensayo de los Ángeles*

Pasa tamiz		Retenido en tamiz		Pesos y granulometrías de la muestra para ensayo (g)			
mm	(alt)	mm	(alt)	A	B	C	D
37.5	1	-	1"	1250±25			
	½"	25.0					
25.0	1"	-	¾"	1250±25			
		19.0					
19.0	¾"	-	½"	1250±10	2500±10		
		12.5					
12.5	½"	-9.5	3/8"	1250±10	2500±10		
9.5	3/8"	-6.3	¼"			2500±10	
6.3	1	-	Nº4			2500±10	
	¼"	4.75					
4.75	Nº4	-	Nº8				5000±10
		2.36					
<b>TOTALES</b>				<b>5000±10</b>	<b>2500±10</b>	<b>5000±10</b>	<b>5000±10</b>

**Fuente:** MTC E207-2000

Cuando se triture la muestra en el laboratorio, se hará constar esto en el informe, debido a la influencia que tiene la forma de las partículas en el resultado del ensayo.

## **PROCEDIMIENTO**

Ejecución del ensayo. La muestra y la carga abrasiva correspondiente, se colocan en la máquina de Los Ángeles, y se hace girar el cilindro a una velocidad comprendida entre 30 y 33 rpm; el número total de vueltas deberá ser 500. La máquina deberá girar de manera uniforme para mantener una velocidad periférica prácticamente constante. Una vez cumplido el número de vueltas prescrito, se descarga el material

del cilindro y se procede con una separación preliminar de la muestra ensayada, en el tamiz # 12. La fracción fina que pasa, se tamiza a continuación empleando el tamiz de 1.70 mm (No. 12). El material más grueso que el tamiz de 1.70 mm (No. 12) se lava, se seca en el horno, a una temperatura comprendida entre 105 a 110 °C (221 a 230 °F), hasta peso constante, y se pesa con precisión de 1 g.

Cuando el agregado esté libre de costras o de polvo, puede eliminarse la exigencia del lavarlo antes y después del ensayo. La eliminación del lavado posterior, rara vez reducirá la pérdida medida, en más del 0.2% del peso de la muestra original.

### **RESULTADO**

El resultado del ensayo es la diferencia entre el peso original y el peso final de la muestra ensayada, expresado como tanto por ciento del peso original.

El resultado del ensayo (% desgaste) recibe el nombre de coeficiente de desgaste de Los Ángeles. Calcúlese tal valor así:

$$\% \text{ DESGASTE} = 100(P1 - P2)/P1 \quad \dots\dots\dots(20)$$

#### **Donde:**

**P1:** Peso muestra seca antes del ensayo.

**P2:** Peso muestra seca después del ensayo, previo lavado sobre tamiz de 1.70mm (n°12). 3e

### **PRECISIÓN**

Para agregados con tamaño máximo nominal de 19 mm (3/4”), con porcentajes de pérdida entre 10 y 45%, el coeficiente de variación entre resultados de varios laboratorios, es del 4.5%. Entonces, resultados de dos ensayos bien ejecutados, por dos laboratorios diferentes, sobre muestras del mismo agregado grueso, no deberán diferir el uno del otro en más de 12.7% de su promedio. El coeficiente

de variación de operadores individuales, se encontró que es del 2%. Entonces, los resultados de dos ensayos bien ejecutados sobre el mismo agregado grueso, no deberán diferir, el uno del otro en más del 5.7% de su promedio.

### **3.6.8 MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO (MTC E 704 NTP. 339.034 ASTM C-39)**

#### **OBJETIVO**

Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto, tanto cilindros moldeados como núcleos extraídos, y se limita a concretos con un peso unitario superior a 800 kg/m<sup>3</sup> (50 lb/pie<sup>3</sup>).

#### **FINALIDAD**

El ensayo consiste en aplicar una carga axial de compresión a cilindros moldeados o a núcleos, a una velocidad de carga prescrita, hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

Los resultados de este ensayo se pueden usar como base para el control de calidad de las operaciones de dosificación, mezclado y colocación del concreto; para el cumplimiento de especificaciones y como control para evaluar la efectividad de aditivos y otros usos similares

#### **EQUIPOS Y MATERIALES**

Máquina de Ensayo – La máquina de ensayo debe ser de un tipo tal, que tenga suficiente capacidad de carga y que reúna las condiciones de velocidad

Precisión - El porcentaje de error de las cargas dentro del rango propuesto para la máquina, no debe exceder del  $\pm 1,0\%$  de la carga indicada.

La precisión de la máquina de ensayo se debe verificar aplicando cinco (5) cargas de ensayo en cuatro (4) incrementos aproximadamente iguales en orden ascendente. La diferencia entre dos cargas de ensayo sucesivas cualesquiera no deben exceder en más de un tercio de la diferencia entre la máxima y la mínima carga de ensayo.

**Gráfico 9.** *Máquina automática de ensayos de compresión para rotura de concreto*

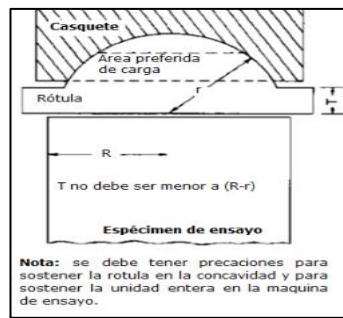


**Fuente:** Ingeotecnia Consultores & Ejecutores S.A.C

## **MUESTRA**

Las muestras no se deben ensayar si cualquier diámetro individual de un cilindro difiere de cualquier otro diámetro del mismo cilindro en más de 2%. Esto puede ocurrir cuando uno de los moldes sea dañado o deformado durante su transporte, cuando se usen moldes flexibles y éstos se deformen durante el moldeo, o cuando una muestra proveniente del núcleo se refleje o tuerza durante el proceso de perforación.

**Gráfico 10.** Esquema de un bloque de carga con rótula



**Fuente:** MTC E 704

## PROCEDIMIENTO

El ensayo de compresión de muestras curadas en agua se debe hacer inmediatamente después de que éstas han sido removidas del lugar de curado.

Las muestras se deben mantener húmedas utilizando cualquier método conveniente, durante el período transcurrido desde su remoción del lugar de curado hasta cuando son ensayadas. Se deberán ensayar en condición húmeda.

Todos los especímenes de una edad determinada, se deben romper dentro de las tolerancias indicadas a continuación:

**Cuadro 30.**

*Tolerancias de edad de ensayos de los especímenes*

Edad del ensayo	Edad del ensayo
12 horas	0.25 ó 2.1 %
24 horas	± 0.5 horas ó 2.1 %
3 días	2 horas ó 2.28%
7 días	6 horas ó 3.6 %
28 días	20 horas ó 3.0%
56 días	40 horas ó 3.0 %
90 días	2 días ó 2.2 %

**Fuente:** MTC E 704

Se aplica la carga hasta que el indicador señale que ella comienza a decrecer de manera continua y el cilindro muestra un patrón de falla bien definido. Si se usa una máquina equipada con un detector de rotura del espécimen no se permitirá su reconexión hasta que la carga haya caído a un valor menor de 95% de la máxima. Cuando se ensayan cilindros sin refrentar, puede ocurrir una fractura de esquina antes de alcanzar la carga última; en tal caso se debe continuar la compresión hasta que se tenga la certeza de haber alcanzado la carga última.

Se registra la carga máxima soportada por el cilindro durante el ensayo y se anota el patrón de falla de acuerdo con los modelos de la Figura “, si se ajusta a alguno de ellos. En caso contrario se harán un dibujo y una descripción del tipo de falla producido.

Si la resistencia medida es muy inferior a la esperada, se examina el cilindro para detectar zonas con vacíos o con evidencias de segregación o si la fractura atraviesa partículas del agregado grueso y se verifican, también, las condiciones del refrentado.

### **CÁLCULO**

Se calcula la resistencia a la compresión, dividiendo la carga máxima soportada por el espécimen durante el ensayo, por el promedio del área de la sección transversal determinada en la forma descrita en la Sección 4.1.3, y expresando el resultado con una aproximación de 0,1 MPa (10 psi). 7.1.2 Si la relación entre la longitud del espécimen y su diámetro es 1,75 o menor, se corrige el resultado obtenido en la Sección 6.1, multiplicándolo por el factor apropiado de los que se indican a continuación (Nota 7):

**Cuadro 31.**

*Relación longitud y diámetro de los especímenes*

<b>L/D</b>	<b>1.75</b>	<b>1.50</b>	<b>1.25</b>	<b>1.00</b>
<b>Factor</b>	0.98	0.96	0.93	0.87

**Fuente:** MTC E 704

## PRECISIÓN

La precisión de los ensayos efectuados por un solo operador sobre cilindros individuales de 150 mm por 300 mm (6" x 12") elaborados de una buena muestra de concreto, para cilindros hechos en el laboratorio y bajo condiciones normales de campo, está dada en la tabla siguiente:

### **Cuadro 32.**

*Los valores dados son aplicables a cilindros de 150 mm por 300 mm (6" x 12") con resistencia a la compresión entre 15 MPa y 55 MPa (2000 psi y 8000 psi)*

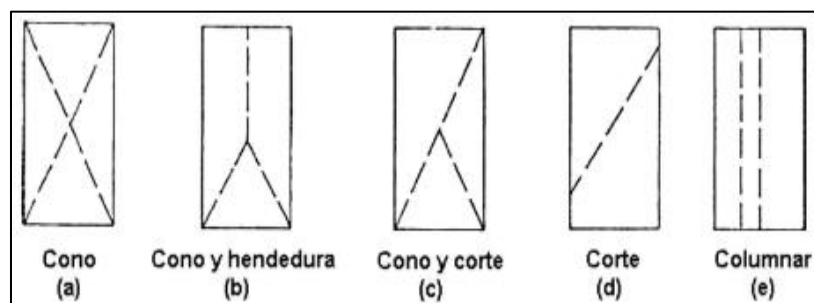
Un solo operador	Coeficiente de variación	Rango aceptable de	
		Dos resultados	Tres resultados
Condiciones de laboratorio	2.37%	6.6 %	7.8%
Condiciones de campo	2.87%	8.0%	9.5%

**Fuente:** MTC E 704

## DISPERSIÓN

Como no existe un material de referencia aceptado para la determinación de las tolerancias, no se hace ninguna declaración sobre el particular.

**Gráfico 11.** Esquema de los tipos de fallas



**Fuente:** MTC E 704

### **3.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.7.1 TÉCNICAS**

##### **ENTREVISTA:**

Mediante esta técnica se pudo localizar las zonas de acumulación de desmonte en la ciudad y calcular el daño que representa en el Distrito de Nuevo Chimbote.

##### **INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA:**

Compilación de información disponible en físico, sobre los últimos avances investigativos del tema.

##### **INVESTIGACIÓN EN RED:**

Compilación de información colgada en la red mediante buscadores científicos como redalyc, scielo y google académico.

##### **OBSERVACIONES DIRECTAS:**

- **Campo:** Observación Insitu de los botaderos informales de los residuos de construcción en el distrito de Nuevo Chimbote.

##### **EXPERIMENTAL:**

- **Campo:** Para la toma de la muestra representativa de residuos de construcción y su posterior análisis en laboratorio.
- **Laboratorio:** las muestras de agregado reciclado y natural, serán sometidas a ensayos en laboratorio para verificar sus propiedades físicas y mecánicas, del mismo modo, el concreto reciclado será diseñado y analizado para identificar su comportamiento a los esfuerzos de compresión y determinar características de funcionalidad.

#### **3.7.2 INSTRUMENTOS**

##### **EQUIPOS:**

Computadora, impresora, Cámaras fotográficas, cámara, grabadoras de sonido, dispositivos USB, etc.



## **SOFTWARE:**

Paquete de Microsoft office 2016 (Word, PowerPoint, Excel), programas estadísticos (SPSS, minitab).

## **MATERIALES ESCRITOS:**

Notas de campo, hojas de control, check list, etc.

## **INSTRUMENTOS DE LABORATORIO:**

Tamices, balanzas, máquina para medir la resistencia a la compresión, máquina de los ángeles, horno, termómetro, probetas, moldes, recipientes, balanzas de precisión, moldes probetas y crisoles.

### **3.8 PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCION DE DATOS**

#### **MÉTODO COEFICIENTE ALFA DE CRONBACH:**

Este instrumento validará los resultados para el diseño patrón 0%-R y el diseño experimental 50%-R, en donde a cada diseño se le ha tomado 09 muestras, es decir, tres especímenes elaborados y curados bajo método estándar, para cada período de ensayo, es decir, a los 7 días, 14 días y 28 días.

Se verificará los certificados de calibración y trazabilidad de las balanzas digitales, la máquina para ensayo a compresión triaxial y la máquina de los ángeles.

### **3.9 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS**

#### **3.9.1 ANÁLISIS DE DATOS**

Los agregados naturales y de material reciclados fueron analizados bajo parámetros de calidad establecidos en la norma internacional American Society for testing and Materials (ASTM) y la Norma Técnica Peruana (NTP), en un laboratorio de suelos y concreto.

Obtenidos los resultados, mediante cuadros y gráficos, se procedió al análisis de la información.

La interpretación de dicha información, a través de la estadística descriptiva, determinó la validez de la hipótesis planteada.

## **ESTADISTICA DESCRIPTIVA**

Cuadro de distribución de frecuencias.

Histograma

Modelos de tendencia central

Modelos de dispersión – desviación estándar.

# **CAPÍTULO IV**

## ***RESULTADOS Y DISCUSIÓN***

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1 RESULTADOS

##### 4.1.1 AGREGADO NATURAL 0%-R

#### PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS GRUESOS

Los agregados gruesos de ½” provienen de la cantera Piedra Liza - Nepeña.

#### Cuadro 33.

*Ensayos de los agregados gruesos para diseño de mezcla  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$*

AGREGADO NATURAL		
ENSAYO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES
Tamaño máximo nominal	½”	pulg
Peso Unitario suelto	1485	kg/m <sup>3</sup>
Peso seco varillado	1635	Kg/m <sup>3</sup>
Absorción	0.49	%
Contenido de humedad	0.32	%
Peso específico	2.75	gr/cm <sup>3</sup>
Coefficiente de desgaste (abrasión) %	19.76	%

**Fuente:** Elaboración propia

#### - Análisis granulométrico del agregado grueso

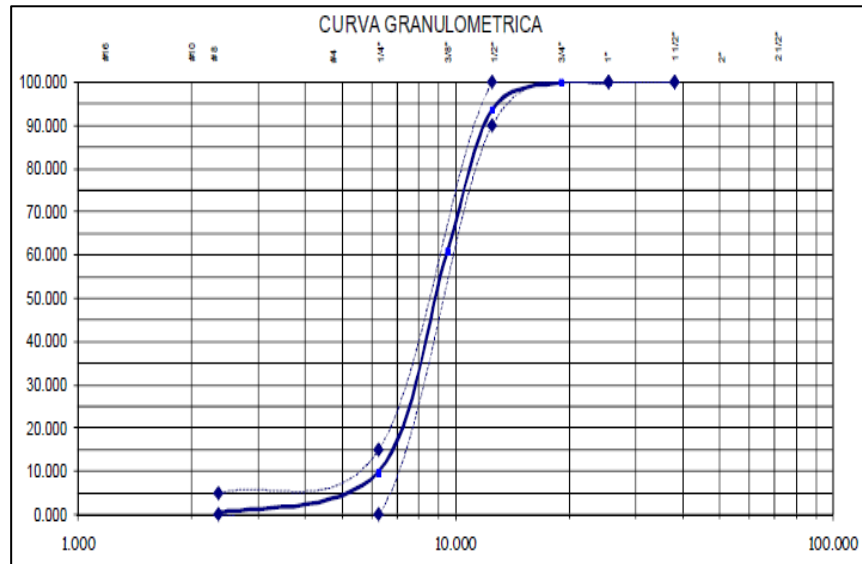
Peso inicial seco (gr)	1940.40
------------------------	---------

**Cuadro 34.**  
Análisis granulométrico de los agregados gruesos

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	% que pasa	Tamaño máximo nominal
2"	50.800	0.000	0.000	0.000	100.00	½"
1 ½"	38.100	0.000	0.000	0.000	100.00	
1"	25.400	0.000	0.000	0.000	100.00	
¾"	19.000	0.000	0.000	0.000	100.00	
½"	12.500	122.700	6.323	6.323	93.677	
3/8"	9.500	631.900	32.565	38.889	61.111	
4"	6.250	993.500	51.201	90.090	9.910	
8"	2.360	183.300	9.447	99.536	0.464	
cazoleta		9.000	0.464	100.00	0.000	
<b>total</b>		<b>1940.400</b>	<b>100.00</b>			

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 12.** Gráfica de curva granulométrica de los agregados gruesos



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.2 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS FINOS

Arena gruesa zarandeada de cantera Estrella de Belén – Huarney

**Cuadro 35.**

*Ensayos de los agregados finos para diseño de mezcla  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$*

AGREGADO NATURAL		
ENSAYO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES
Módulo de fineza	2.90	
Peso Unitario suelto	1598	kg/m <sup>3</sup>
Absorción	0.97	%
Contenido de humedad	0.40	%
Peso específico	2.67	gr/cm <sup>3</sup>

**Fuente:** Elaboración propia

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS FINOS (ARENA ZARANDEADA)

Peso inicial seco (gr)	1703.60
------------------------	---------

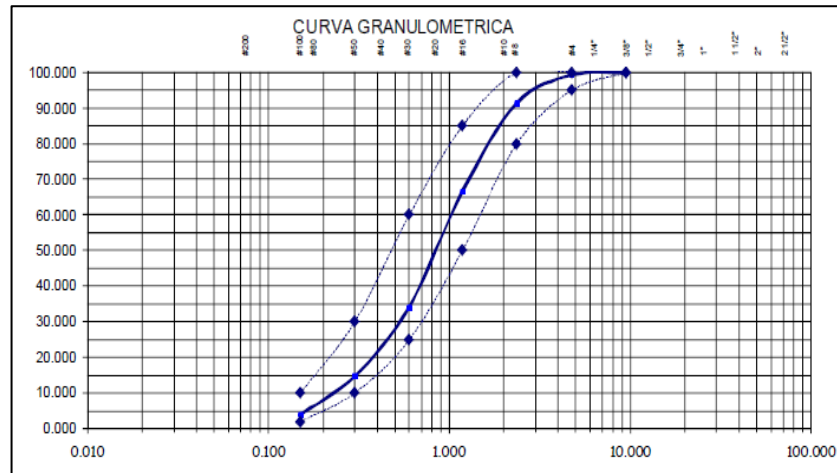
**Cuadro 36.**

*Análisis granulométrico de los agregados finos naturales*

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	% que pasa	Tamaño máximo nominal
3/8"	9.500	0.000	0.000	0.000	100.00	
N°04	4.750	11.900	0.699	0.699	99.301	
N°08	2.360	135.000	7.924	8.623	91.377	
N°16	1.180	422.600	24.806	33.429	66.571	½"
N°30	0.600	552.000	32.402	65.831	34.169	
N°50	0.300	329.100	19.318	85.149	14.851	
N°100	0.150	185.300	10.877	96.026	3.974	
cazoleta		67.700	3.974	100.00	0.000	
<b>total</b>		<b>1703.600</b>	<b>100.00</b>			

**Fuente:** Elaboración Propia

**Gráfico 13.** Curva granulométrica de los agregados finos



**Fuente:** Elaboración Propia

### 4.1.3 AGREGADO CON 50%-R

#### AGREGADO GRUESO RECICLADO

Este agregado es el resultado de aportar en partes iguales el volumen de agregado natural y agregado reciclado.

**Cuadro 37.**

*Ensayos de los agregados gruesos para diseño de mezcla  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$*

AGREGADO (50% DE REEMPLAZO)		
ENSAYO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES
Tamaño máximo nominal	½"	pulg
Peso Unitario suelto	1379	kg/m <sup>3</sup>
Peso seco varillado	1605.30	Kg/m <sup>3</sup>
Absorción	0.63	%
Contenido de humedad	2,47	%
Peso específico	2.74	gr/cm <sup>3</sup>
Coefficiente de desgaste (abrasión)	37.64	%

**Fuente:** Elaboración propia

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS GRUESOS 50% RECICLADO

Peso inicial seco (gr)	1956.40
------------------------	---------

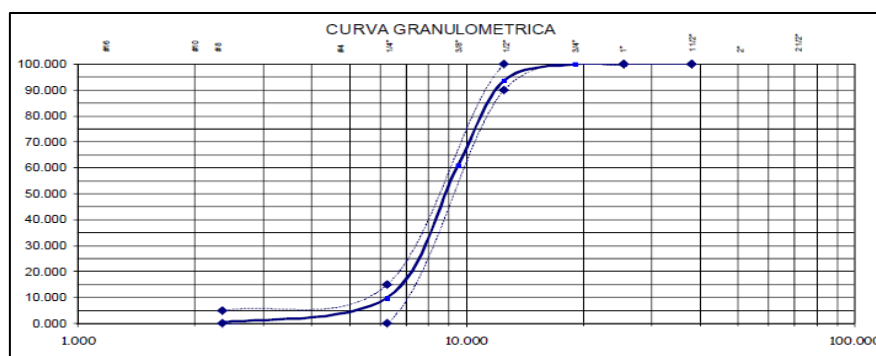
**Cuadro 38.**

*Análisis granulométrico de los agregados gruesos (50% reciclado y 50% naturales)*

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	% que pasa	Tamaño máximo nominal
2"	50.800	0.000	0.000	0.000	100.00	
1 ½"	38.100	0.000	0.000	0.000	100.00	
1"	25.400	0.000	0.000	0.000	100.00	
¾"	19.000	0.000	0.000	0.000	100.00	
½"	12.500	140.500	7.182	7.182	92.818	
3/8"	9.500	602.400	30.791	37.973	62.027	½"
4"	6.250	982.400	50.215	88.187	11.813	
8"	2.360	203.500	10.402	98.589	1.411	
cazoleta		27.600	1.411	100.00	0.000	
<b>total</b>		<b>1956.400</b>	<b>100.00</b>			

**Fuente:** Elaboración Propia

**Gráfico 14.** Curva granulométrica de los agregados gruesos 50% agregado reciclado



**Fuente:** Elaboración Propia



#### 4.1.4 DISEÑO DE MEZCLA F´C=210 kg/cm<sup>2</sup>

##### DOSIFICACIÓN EN F´C= 210 KG/CM<sup>2</sup> CON AGREGADOS 0%-R

1:2.21: 2.31 /0.58

###### *Cuadro 39.*

Dosificación de materiales de mezcla (Concreto con agregados 0%-R)

CEMENTO	1
AGREGADO FINO	0.0587m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO	0.0660m <sup>3</sup>
AGUA	0.0245m <sup>3</sup> / bolsa

*Fuente:*

*Elaboración propia*

##### DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN F´C=210 KG/M<sup>2</sup> – 50% -R)

1:2.24:2.31/0.53

###### *Cuadro 40.*

*Dosificación de materiales de mezcla (concreto con agregados 50%-R)*

CEMENTO	1
AGREGADO FINO	0.0557m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO	0.0713m <sup>3</sup>
AGUA	0.0226m <sup>3</sup> / bolsa

*Fuente: Elaboración Propia*

#### 4.1.5 CURADO DE LAS MUESTRAS DE CONCRETO

El proceso de curado es minucioso, siguiendo las especificaciones de la NTP 339.033.

Se realizaron dieciocho (18) muestras de concreto en total, debidamente identificadas, así mismo, fueron colocadas en un cilindro de pvc, y sumergidas en su totalidad en agua potable para la realización de los ensayos en las fechas previstas, nueve (09)

correspondientes al diseño con 0%-R y los restantes, al diseño con 50%-R.

#### 4.1.6 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Para la realización de los ensayos, todo el procedimiento se realizó siguiendo las especificaciones de la Norma Técnica Peruana NTP. 339.034.

Una vez aplicadas las cargas, se identificaron los tipos de fallas y se procedió a tomar nota de los resultados donde se considera como resistencia a la compresión, el promedio aritmético de las tres (03) muestras por tipo de ensayo, dicho de otra forma, el tipo de ensayo viene a ser los ensayos a los 7, 14 y 28 días.

Finalmente, se procedió a efectuar la comparación de las muestras con diseño de 0% -R y 50%-R.

##### **Cuadro 41.**

*Datos de muestras de concreto y sus resistencias a la compresión*

N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	RESISTENCIA DE DISEÑO	TIEMPO DE CURADO	RESISTENCIA A HALLADA	PROMEDIO DE RESISTENCIA
1	MUESTRA CONTROL 0% -R	06/05/2022	13/05/2022	210	7	159.58	162.18
2		06/05/2022	13/05/2022	210	7	164.84	
3		06/05/2022	13/05/2022	210	7	162.13	
1	MUESTRA CONTROL 0% -R	13/05/2022	27/05/2022	210	14	190.82	191.25
2		13/05/2022	27/05/2022	210	14	192.91	
3		13/05/2022	27/05/2022	210	14	190.02	
1	MUESTRA CONTROL 0% -R	11/06/2022	09/07/2022	210	28	248.03	241.08*
2		11/06/2022	09/07/2022	210	28	239.76	
3		11/06/2022	09/07/2022	210	28	237.61	
1	MUESTRA 50% -R	06/05/2022	13/05/2022	210	7	149.39	153.96
2		06/05/2022	13/05/2022	210	7	157.71	
3		06/05/2022	13/05/2022	210	7	154.77	
1	MUESTRA 50% -R	13/05/2022	27/05/2022	210	14	185.16	183.55
2		13/05/2022	27/05/2022	210	14	180.97	
3		13/05/2022	27/05/2022	210	14	184.53	
1	MUESTRA 50% -R	11/06/2022	09/07/2022	210	28	227.09	218.36
2		11/06/2022	09/07/2022	210	28	217.75	
3		11/06/2022	09/07/2022	210	28	210.23	

\* La muestra control supera a la resistencia requerida  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> en 114.80%. Estos resultados, están condicionados por la relación agua/cemento =0.56, la cual, es la misma para la muestra experimental (50%-R), otros factores, son el TMN ½” del agregado grueso y el proceso de curado.






**Fuente:** *Elaboración propia*

#### 4.1.7 ROTURA DE PROBETAS

Las muestras sometidas a ensayo de compresión presentan las siguientes fallas:

**Cuadro 42.**

*Falla en ensayo a la compresión de especímenes cilíndricos*

MUESTRAS ENSAYADAS	DIAS	TIPO DE FALLA
Cilindros de concreto 0%-R	7	
	14	
	28	
Cilindros de concreto 50%-R	7	
	14	



---

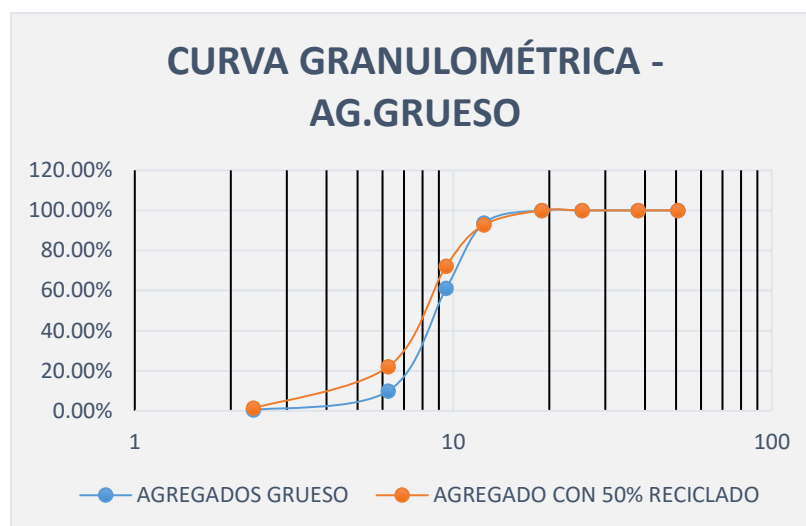
*Fuente: Elaboración propia*

## 4.2 DISCUSIÓN

### 4.2.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Se observa el comportamiento de las curvas granulométricas (fig. 15) donde se evidencia que, los agregados 0%-R tienen mayor cantidad de partículas retenidas en el tamiz 3/8". Por el contrario, el agregado con 50%-R, muestra una mayor retención en el tamiz N°04, por lo tanto, se demuestra que los agregados reciclados tienden a generar tamaños de partículas inferiores a los agregados naturales.

*Gráfico 15. Comparación de curvas granulométricas del agregado grueso*



**Fuente:** Elaboración Propia

### 4.2.2 COMPARACIÓN DE LAS PRINCIPALES PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

El elevado contenido de humedad en los agregados 50%-R, supera en 7.72 veces al porcentaje de los agregados naturales, esto como consecuencia de la mayor porosidad externa (poros externos saturados) en el mortero preexistente que rodea a los agregados.

El % de absorción, el contenido de humedad y el peso específico, son propiedades físicas de los agregados gruesos, que se relacionan entre sí. El agregado con 50%-R, presenta mayor contenido de humedad y % de absorción, puesto que la porosidad de la estructura interna del agregado

contiene mortero adherido, lo que deriva en disminución de la densidad y peso específico el cual, a disminuido ligeramente en 1%, con lo cual se demuestra que los valores de la resistencia final se mantengan dentro de lo esperado.

El peso específico de la muestra con 50%-R, fue de 2.74 gr/cm<sup>3</sup>, por contener mortero mezclado con el agregado, sin embargo, la variación es insignificante, debido a las características del agregado grueso, del concreto insumo para elaborar los agregados reciclados. Asimismo, este valor se considera dentro de los parámetros de un concreto de calidad tipo convencional donde los valores permitidos oscilan 2.2 gr/m<sup>3</sup> -2.40 gr/m<sup>3</sup>.

El agregado grueso de 0%-R mostró una resistencia al desgaste de 19.76% en contraposición con el agregado con 50%-R el cual, presentó 37.64%, esto en gran medida por la composición original de los agregados reciclados, pero, a pesar de la diferencia ambos valores están dentro del rango permitido por la Norma ASTM C-131 donde señala que el parámetro permitido es de 10%-45%.

El análisis granulométrico del agregado fino (arena gruesa), muestra una curva granulométrica heterogénea, es decir, que tiene variedad en los tamaños de las partículas. Al contrario, la curva granulométrica de los agregados gruesos con 0%-R y 50%-R, es corta y muy inclinada, por lo tanto, se deduce, que presenta una gradación pobre y con mayor cantidad de agregados menores a 3/4" y priman tamaños de 1/2" y 3/8".

### **Cuadro 43.**

*Cuadro comparativo de las propiedades físicas de los agregados gruesos*

<b>AGREGADOS GRUESOS</b>				
<b>ENSAYO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>AGREGADO 0%-R</b>	<b>AGREGADOS 50% -R</b>	<b>VARIACIÓN %</b>
<b>Peso Unitario suelto</b>	kg/m <sup>3</sup>	1485	1379	- 7.14%
<b>Peso seco varillado</b>	Kg/m <sup>3</sup>	1635	1605	- 1.83%
<b>Absorción</b>	%	0.49	0.63	+28.57%
<b>Contenido de humedad</b>	%	0.32	2.47	+671.88%

<b>Peso específico</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2.75	2.74	<b>-0.001%</b>
<b>Porcentaje de desgaste %</b>	%	19.76	37.64	<b>+90.49 %</b>

**Fuente:** Elaboración propia

#### **4.2.3 RELACIÓN AGUA / CEMENTO Y CONSISTENCIA DEL CONCRETO**

El peso específico, a medida que se incorpora agregado reciclado a la mezcla de concreto va disminuyendo, en gran parte debido al mortero adherido a los agregados y también, por la mayor absorción que estos generan.

Por tal motivo, según la (tabla 11), se ha tomado el valor de A/C = 0.56, el cual va a permitir al concreto conservar sus propiedades de resistencia y durabilidad.

La consistencia en las muestras control (0%-R) y experimental (50%-R), es de naturaleza plástica entre los rangos de 3''- 4'', para no alterar las propiedades del concreto endurecido.

#### **4.2.4 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

Las muestras de concreto, de los diseños 0%-R y 50%-R, fueron sometidas a ensayo de resistencia a la compresión estándar, a los 7, 14 y 28 días. En la tabla 4.2.2, se registra el proceso de control de calidad con la finalidad de emitir datos confiables, donde se creyó conveniente realizar tres (3) muestras por tipo de ensayo, tomándose luego como datos de resistencia el promedio aritmético del total de muestras tomadas.

#### **4.2.5 COMPARACIÓN DE LAS RESISTENCIAS DESARROLLADAS A LOS 7, 14 Y 28 DÍAS EN LOS DISEÑOS DE 0%-R Y 50%-R.**

El 70.25% del volumen del concreto lo conforman los agregados, por consiguiente, las características que se han tomado en cuenta al momento de realizar el diseño de mezcla en los agregados gruesos son: el tamaño máximo nominal (TMN), la gradación, la forma y textura.

El TMN ½”, permitió desarrollar mejor resistencia que agregados de mayor tamaño nominal, ya que, se aumenta la superficie de contacto entre los agregados y la pasta de cemento generando mayores zonas de adherencia.

La gradación fue aceptable en los tamaños intermedios, evitando la falta de saltos en los tañamos, donde las gradaciones ineficientes causan problemas de segregación en el concreto fresco.

También, la forma y textura debe facilitar la adherencia, por ello, el requisito principal es que predomine la forma cúbica y textura rugosa. En la Norma Técnica Peruana (NTP 400.041.2016), se indica que se debe considerar el índice de espesor G/E, es decir, el grosor entre el espesor, excluyéndose los agregados donde predominan las formas alargadas y planas.

Se realizó el curado estándar, en el mismo laboratorio donde se preparó la mezcla para el concreto. Además, fueron sumergidos en agua potable dentro de cilindro de plástico resistente hasta las fechas programadas para su rotura.

La resistencia promedio del concreto con 0%-R a los 28 días, fue de 241.08kg/cm<sup>2</sup> y del concreto con 50%-R de 218.36kg/cm<sup>2</sup>, lo cual indica que está dentro de los parámetros esperados.

**Cuadro 44** Comparación del desarrollo de la resistencia en la muestra control 0%-R y experimental 50%- R

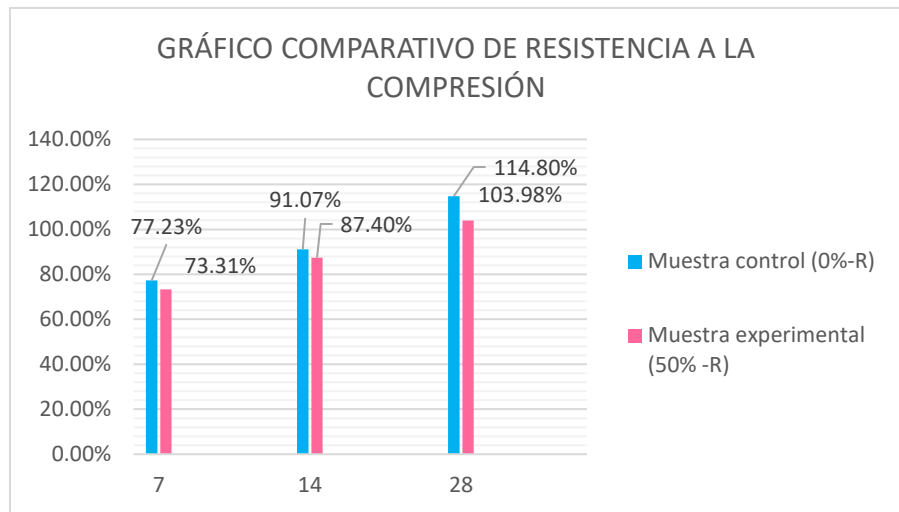
CONCRETO F´C=210 kg/cm <sup>2</sup>			
TIEMPO DE CURADO	MUESTRA 0% -R	MUESTRAS 50%-R	PORCENTAJE REFERENCIAL
7	77.23 %	73.31 %	70.00%
14	91.07 %	87.40 %	85.00 %
28	114.80 %	103.98 %	100.00% - 120.00%

**Fuente:** Elaboración propia

En la (figura 17), se observa las diferencias de resistencias desarrolladas, donde se evidencia que a los 28 días de curado ambos diseños de concretos logran pasar la resistencia de diseño.



**Gráfico 16.** Resultados de la resistencia a la compresión

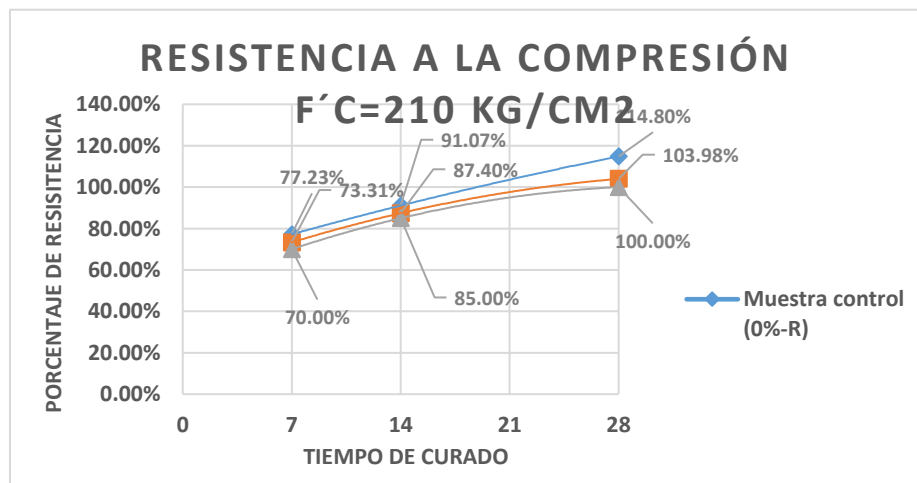


**Fuente:** Elaboración propia

En la (figura 18), se aprecia que las muestras control y experimental con 0%-R y 50%-R respectivamente, logran superar los valores referenciales de las resistencias a diferentes tiempos de curado.

De esta manera, se logró determinar que el diseño de mezcla es óptimo para para su uso en construcción.

**Gráfico 17.** Desarrollo de la resistencia a los 7, 14 y 28 días respecto a la resistencia estándar



**Fuente:** Norma ASTM C-31

# **CAPÍTULO V**

## ***CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES***

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

- Se produjo concreto simple con agregados reciclados (50% -R) en la ciudad de Nuevo Chimbote, analizados mediante los procedimientos de evaluación de las normas técnicas (American Society for testing and Materials ASTM, Norma Técnica Peruana NTP y el Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones EM 2000).
- Se utilizó como materia prima, sólo residuos de concreto estructural  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , obteniéndose como resultado agregado grueso reciclados de TMN ½”, superando el límite mínimo  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- Se verificó que los agregados reciclados con 50% -R, cumplieron con las propiedades físicas requeridas por las normas técnicas ASTM y la Norma Peruana NTP.
- El concreto obtenido en esta investigación, con 50%-R, cumplió con satisfacer las propiedades de resistencia y durabilidad del concreto de acuerdo a las normas consideradas.
- Con la presente investigación se promovió la inserción en la economía circular vigente en nuestro país, de manera que, dadas las circunstancias se quiere aprovechar los residuos de las demoliciones de manera ordenada, considerando una mejor distribución y ubicación de los botaderos de residuos de construcción.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda la utilización de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , con la dosificación con 50% - R, por cuanto, cumple con todas las propiedades físicas y mecánicas de elaboración de concreto con fines de edificación.
- Se recomienda cumplir estrictamente con la dosificación 50% -R en el agregado grueso, para la obtención de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .proveniente de materia prima de las demoliciones de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .
- Se sugiere que la Municipalidad Distrital de Nuevo Chimbote, a través de la Gerencia de gestión ambiental y la Gerencia de Desarrollo Económico la implementación de proyectos de escombreras, concreto mitigar el impacto negativo que provocan los cúmulos de desmonte y residuos de la construcción en la ciudad.
- Es necesario promover entre la población, la correcta disposición de los residuos de construcción y demolición.

# **CAPÍTULO VI**

## ***REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS***

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrantes, S. (2017). *Materiales sostenibles a partir de residuos de construcción.*:

<http://apuntesdearquitecturadigital.blogspot.pe/2015/06/reciclaje.html>

- Corral Higuera, E. (2011). *Evaluación del desempeño en resistencia y durabilidad de concretos con características de sustentabilidad.* [tesis de doctorado, Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C. México]. Cimav.

<http://cimav.repositorioinstitucional.mx/Tesis%20Ramón%20Corral%20Higuera%20.pdf>

- Eddy, H. (2014). *Agregados de concreto reciclado. notas de concretos.* accessed april 14.

<http://notasdeconcretos.blogspot.com/2011/04/agregados-de-concreto-reciclado.html>.

- Erazo, V. (2018) *Evaluación del diseño de concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> utilizando agregados naturales y reciclados para su aplicación en elementos estructurales* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional.

[https://Evaluación del diseño de concreto  \$f'c=175\$  kg/cm<sup>2</sup> utilizando agregados naturales y reciclados para su aplicación en elementos no estructurales \(unfv.edu.pe\)](https://Evaluación del diseño de concreto f'c=175 kg/cm2 utilizando agregados naturales y reciclados para su aplicación en elementos no estructurales (unfv.edu.pe))

- Escandón M. (2011). *Diagnostico técnico y económico del aprovechamiento de residuos de construcción y demolición en la ciudad de Bogotá.* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio.

<http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/7516/1/tesis603>

- Diario La República digital. (2016). Reciclar para construir.  
<http://larepublica.pe/impresa/domingo/814593-reciclarpara-construir>
- Fasanando P, Guzmán T., Celis A. (2016). *Diseño de concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, con agregado grueso de bolonería del Río Huallaga y agregado fino del Río Paranaपुरa*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín, Perú.].  
<https://tesis.unsm.edu.pe/handle/11458/2407>
- Interempresas. (2017). *El reciclaje de los residuos de construcción y la economía circular*.  
<http://-mas-claro-ejemplo-de-economia-circular.html>
- Laverde, J. (2014). *Propiedades mecánicas, eléctricas y de durabilidad de concretos con agregados reciclados*. [Tesis de maestría, Escuela Colombiana Julio Garavito, Colombia.].  
<https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/001/111/1/Laverde%20Laverde,%20Jorge%20Alejandro%20-%202014.pdf>
- Sánchez de Juan, M. (2011). *Agregados reciclados para aplicaciones de concreto no estructural*. Madrid.  
[http://www.cedex.es/cedex/lang\\_castellano/organismo/centylab/lceym/](http://www.cedex.es/cedex/lang_castellano/organismo/centylab/lceym/)
- Riva López, E. (1992). *Diseño de mezclas*. Lima. Perú.: Mozlo.S.C.R.L.
- Rivera, G. (214). *Concreto simple*. [Compendio, Universidad del Cauca, Colombia].  
<http://.Tecnologia-Concreto-y-Mortero-Rivera.pdf>

- Rozo Bobadilla, N. (2012). *Estado del arte del aprovechamiento del concreto reciclado*. [Tesis de grado, Universidad de los Ande, Bogotá D.C. ].

<https://repositorio.uniandes.edu.co/xmlui/handle/1992/3561>

- Tecnología en marcha. (2012). *Efecto de la variación agua –cemento en el concreto*.

<http://.Dialnet-EfectoDeLaVariacionAguacementoEnElConcreto-4835626.pdf>

- Valdez Krieg, A. (2017). Durabilidad del concreto: conceptos y sostenibilidad. Hormigón especial. P3.

<http://www.hormigonespecial.com/blog/?p=349>

- Vidau, I., Vidaud, E. (2015) *Propiedades físico mecánicas de los concretos reciclados*, Construcción y tecnología en concreto. (1), 23-24.

<http://.revistacyt.com.mx/index.php/ingenieria/531-propiedades-fisico-mecanicas-de-los-concretos-reciclados>



# **CAPÍTULO VII**

***ANEXOS***

## VII. ANEXOS

### ANEXO 1 – PANEL FOTOGRÁFICO



**Fotografía 1.** Arena gruesa Zarandeada procedente de Cantera Estrella de Belén (Huarmey)



**Fotografía 2.** Agregado grueso ½” procedente de cantera Piedra Liza (Nepaña)



**Fotografía 3.** Agregados reciclados provenientes de especímenes de probetas de concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

## PROPIEDADES DE AGREGADOS NATURALES Y RECICLADOS



**Fotografía 4.** Análisis granulométrico arena gruesa



**Fotografía 5.** Análisis granulométrico del agregado grueso natural



**Fotografía 6.** Análisis granulométrico del agregado reciclado



**Fotografía 7.** Peso específico del agregado grueso



**Fotografía 8.** Ensayo de desgaste en la Máquina de los  
Ángeles de los agregados reciclados

## ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES DE CONCRETO EN LABORATORIO



**Fotografía 9.** Preparación de moldes para especímenes de concreto.



**Fotografía 10.** Proporciones de mezcla para concreto reciclado



**Fotografía 11.** Batimiento de mezcla en trompito durante 2 min.



**Fotografía 12.** Slump 3" lo cual corresponde a la consistencia para la cual fue diseñada



**Fotografía 13.** Colocado de mezcla en 3 capas con una varilla 5/8" y apisonado 25 veces en cada capa según NTP 339.183.2013

### **CURADO DE MUESTRAS DE CONCRETO**



**Fotografía 14.** Cilindro para curado de muestras de concreto reciclado y natural



**Fotografía 15.** Desmoldado de especímenes de concreto



**Fotografía 16.** Colocación de especímenes de concreto en cilindro

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA ROTURA A LOS 7 DÍAS



**Fotografía 17.** Especímenes para rotura a los 7 días.



**Fotografía 18.** Muestras a los 14 días de curado concreto natural



**Fotografía 19.** Muestras a los 14 días de curado 50%-R Ag. grueso





**Fotografía 20.** Rotura de especímenes de concreto



**Fotografía 21.** Rotura de espécimen concreto 0%-R a los 14 días de curado



**Fotografía 22.** Rotura de espécimen de concreto 0%-R a los 28 días



**Fotografía 23.** Rotura de espécimen 50%-R a los 7 días de curado

## ANEXO 2 – ENSAYOS A AGREGADOS Y DISEÑOS DE MEZCLA AGREGADOS CON 0% R



### INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

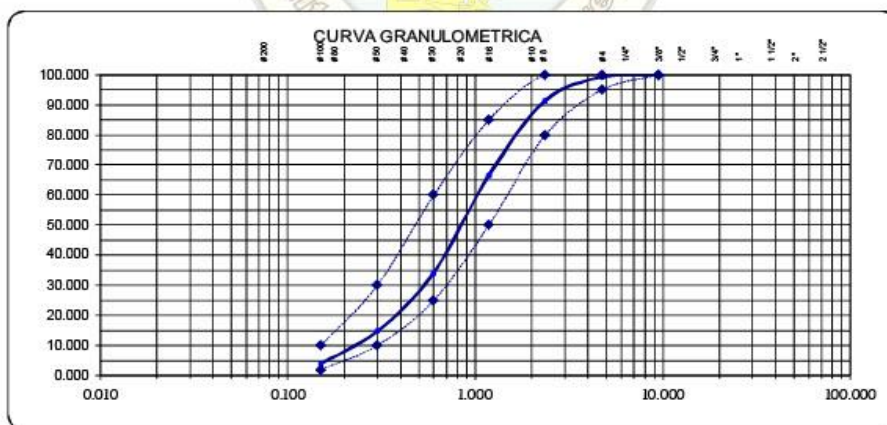
Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General – Prestación de Servicios Generales – Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general – Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

**OBRA** : USO DE AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LAS EDIFICACIONES PARA PRODUCIR CONCRETO SIMPLE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
**LUGAR** : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
**SOLICITA** : BACHILLER ING. LIZ PALMA  
**FECHA** : 25 DE ABRIL DEL 2022  
**MUESTRA** : ARENA GRUESA ZARANDEADA DE CANTERA ESTRELLA DE BELEN (HUARMEY)

#### ANALISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136 / NTP 400.037)

**Peso inicial seco (gr)** : 1703.60

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	% que Pasa	Modulo de Fineza
3/8"	9.500	0.000	0.000	0.000	100.000	2.90
N° 04	4.750	11.900	0.699	0.699	99.301	
N° 08	2.360	135.000	7.924	8.623	91.377	
N° 16	1.180	422.600	24.806	33.429	66.571	
N° 30	0.600	552.000	32.402	65.831	34.169	
N° 50	0.300	329.100	19.318	85.149	14.851	
N° 100	0.150	185.300	10.877	96.026	3.974	
Cazoleta		67.700	3.974	100.000	0.000	
<b>TOTAL</b>		<b>1703.600</b>	<b>100.000</b>			



**Observaciones:**

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.
- Se recomienda un control periodico de la muestra para garantizar su uniformidad.
- Los resultados son validos a la fecha.



**POL Rm AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP N° 81028  
CONSULTOR - REG. C4006

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 – Nuevo Chimbote – Telef. 043-606058 – Celular: 994267746 www.ingtecniasac.com



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

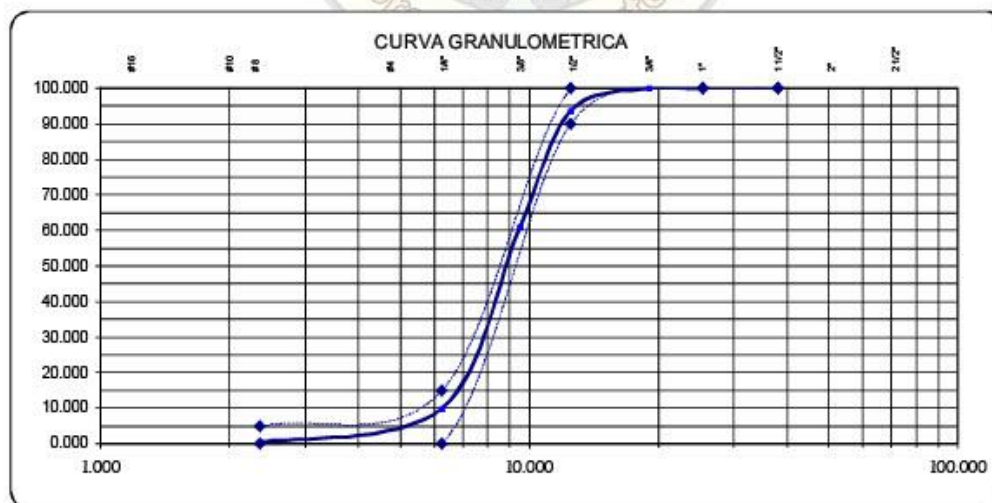
Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

OBRA : USO DE AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LAS EDIFICACIONES PARA PRODUCIR CONCRETO SIMPLE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
LUGAR : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
SOLICITA : BACHILLER ING. LIZ PALMA  
FECHA : 25 DE ABRIL DEL 2022  
MUESTRA : PIEDRA CHANCADA TMN 1/2" DE CANTERA PIEDRA LIZA - NEPEÑA

## ANALISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136 / NTP 400.037)

Peso inicial seco (gr) 1940.40

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	% que Pasa	Tamaño Máximo Nominal
2"	50.800	0.000	0.000	0.000	100.000	1/2"
1 1/2"	38.100	0.000	0.000	0.000	100.000	
1"	25.400	0.000	0.000	0.000	100.000	
3/4"	19.000	0.000	0.000	0.000	100.000	
1/2"	12.500	122.700	6.323	6.323	93.677	
3/8"	9.500	631.900	32.565	38.889	61.111	
4"	6.250	993.500	51.201	90.090	9.910	
8"	2.360	183.300	9.447	99.536	0.464	
Cazoleta		9.000	0.464	100.000	0.000	
TOTAL		1940.400	100.000			



### Observaciones:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.
- Se recomienda un control periodico de la muestra para garantizar su uniformidad.
- Los resultados son validos a la fecha.



**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

OBRA : USO DE AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LAS EDIFICACIONES PARA PRODUCIR CONCRETO SIMPLE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
LUGAR : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
SOLICITA : BACHILLER ING. LIZ PALMA  
FECHA : 25 DE ABRIL DEL 2022  
MUESTRA : AGREGADOS

## CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216-80)

MUESTRA : ARENA GRUESA DE CANTERA ESTRELLA DE BELEN (HUARMEY)

01	Peso de la tara (gr)	30.05					
02	Peso tara + suelo húmedo (gr)	325.67					
03	Peso tara + suelo seco (gr)	324.48					
04	Peso del agua (gr)	1.19					
05	Peso del suelo seco (gr)	294.43					
06	Contenido de humedad (%)	0.40					

MUESTRA : PIEDRA DE LA CANTERA PIEDRA LIZA (NEPEÑA)


## CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216-80)

01	Peso de la tara (gr)	27.57					
02	Peso tara + suelo húmedo (gr)	349.51					
03	Peso tara + suelo seco (gr)	348.49					
04	Peso del agua (gr)	1.02					
05	Peso del suelo seco (gr)	320.92					
06	Contenido de humedad (%)	0.32					

### Observaciones:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.
- Se recomienda controlar frecuentemente la muestra para garantizar su uniformidad.
- Los resultados son validos a la fecha.



  
POL RAIN AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REC. C4009



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

USO DE AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE I

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarios y todo tipo de construcciones afines.

Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.

UBICACIÓN: DISTRITO NUEVO CHIMBOTE / PROVINCIA DEL SANTA / REGION ANCASH

SOLICITANTE : BACHILLER ING. LIZ PALMA

FECHA : 25 DE ABRIL DEL 2022

MUESTRA : AGREGADOS

## PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO (ASTM C-128 / NTP 400.021)

MUESTRA : ARENA GRUESA DE CANTERA ESTRELLA DE BELEN (HUARMEY)

01	S = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	500.00	500.00	PROMEDIO
02	A = Peso de la muestra seca (gr)	495.30	495.10	
03	B = Peso del picnómetro + agua (gr)	703.20	703.80	
04	C = Peso del picnómetro + muestra saturada superficialmente seca + agua (gr)	1012.90	1013.30	
05	Peso Específico Nominal	2.67	2.67	2.67
06	Absorción (%)	0.95	0.99	0.97

## PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO (ASTM C-127 / NTP 400.021)

MUESTRA : PIEDRA CHANCADA DE LA CANTERA PIEDRA LIZA (NEPEÑA)

01	A = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	3050.00	3050.00	PROMEDIO
02	B = Peso de la muestra seca (gr)	3034.80	3035.40	
03	C = Peso de la muestra sumergida (gr)	1930.00	1933.00	
04	Peso Específico Nominal	2.75	2.75	2.75
05	Absorción (%)	0.50	0.48	0.49

### Observaciones:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.
- Se recomienda controlar frecuentemente la muestra para garantizar su uniformidad.
- Los resultados son validos a la fecha.



POL RAIN AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REC. C4009



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

OBRA : USO DE AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LAS EDIFICACIONES PARA PRODUCIR CONCRETO SIMPLE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
LUGAR : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
SOLICITA : BACHILLER ING. LIZ PALMA  
FECHA : 25 DE ABRIL DEL 2022  
MUESTRA : ARENA GRUESA ZARANDEADA DE CANTERA ESTRELLA DE BELEN (HUARMEY)

## PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C-29 / NTP 400.017)

01	Peso del molde (gr)	1610.00	1610.00	PROMEDIO
02	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2744.00	2744.00	
03	Peso del molde + muestra suelta (gr)	6011.90	6013.40	
04	Peso de la muestra suelta (gr)	4401.90	4403.40	
05	Peso Unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1604.19	1604.74	1604.46
				1598.01

## PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C-29 / NTP 400.017)

01	Peso del molde (gr)	1610.00	1610.00	PROMEDIO
02	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2744.00	2744.00	
03	Peso del molde + muestra compactada (gr)	6545.70	6543.10	
04	Peso de la muestra compactada (gr)	4935.70	4933.10	
05	Peso Unitario Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1798.72	1797.78	1798.25
				1791.01

### Observaciones:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.
- Se recomienda controlar frecuentemente la muestra para garantizar su uniformidad.
- Los resultados son validos a la fecha.



POL RAIN AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REC. C4009



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

OBRA : USO DE AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LAS EDIFICACIONES PARA PRODUCIR CONCRETO SIMPLE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
LUGAR : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
SOLICITA : BACHILLER ING. LIZ PALMA  
FECHA : 25 DE ABRIL DEL 2022  
MUESTRA : PIEDRA CHANCADA DE CANTERA PIEDRA LIZA (NEPEÑA)

## PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C-29 / NTP 400.017)

01	Peso del molde (gr)	3050.00	3050.00	PROMEDIO
02	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	5488.00	5488.00	
03	Peso del molde + muestra suelta (gr)	11230.60	11228.40	
04	Peso de la muestra suelta (gr)	8180.60	8178.40	
05	Peso Unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1490.63	1490.23	1490.43
				1485.71

## PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C-29 / NTP 400.017)

01	Peso del molde (gr)	3050.00	3050.00	PROMEDIO
02	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	5488.00	5488.00	
03	Peso del molde + muestra compactada (gr)	12055.00	12053.10	
04	Peso de la muestra compactada (gr)	9005.00	9003.10	
05	Peso Unitario Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1640.85	1640.51	1640.68
				1635.48

### Observaciones:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.
- Se recomienda controlar frecuentemente la muestra para garantizar su uniformidad.
- Los resultados son validos a la fecha.



POL RAIN AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP N° 81029  
CONSULTOR - REC. C4009





# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

## DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

OBRA : USO DE AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LAS EDIFICACIONES PARA PRODUCIR CONCRETO SIMPLE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
LUGAR : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
SOLICITA : BACHILLER ING. LIZ PALMA  
FECHA : 25 DE ABRIL DEL 2022

### I. ESPECIFICACIONES:

1.1. La Resistencia de Diseño a los 28 días es de  $210 \text{ Kg/cm}^2$ , se desconoce el valor de la desviación estándar.

#### 1.2. Materiales:

##### 1.2.1. Cemento Portland Tipo I - Marca Pacasmayo

Peso Específico 3.12  $\text{gr/cm}^3$

##### 1.2.2. Agregado Fino

Arena Gruesa Zarandeada de Cantera Estrella de Belen - Huarney

Peso Específico 2.67  $\text{gr/cm}^3$

Absorción 0.97 %

Contenido de Humedad 0.40 %

Módulo de Fineza 2.90

Peso Unitario Suelto 1598  $\text{Kg/m}^3$

##### 1.2.3. Agregado Grueso

Piedra Chancada de Cantera Piedra Liza - Nepeña

Tamaño Máximo Nominal 1/2"

Peso Seco Varillado 1635  $\text{Kg/m}^3$

Peso Específico 2.75  $\text{gr/cm}^3$

Absorción 0.49 %

Contenido de Humedad 0.32 %

Peso Unitario Suelto 1485  $\text{Kg/m}^3$

##### 1.2.4. Agua:

Agua Potable de la zona.

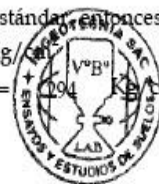
### II. SECUENCIA DE DISEÑO:

#### 2.1. Selección de la Resistencia ( $f'_{cr}$ ):

Dado que no se conoce el valor de la desviación estándar, entonces se tiene que:

$$f'_{cr} = f'c + 84 \text{ Kg/cm}^2$$

Entonces:  $f'_{cr} = 210 + 84 = 294 \text{ Kg/cm}^2$



*[Signature]*  
POL RAIN AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIR N° 81029  
CONSULTOR - REC. C4009



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

## 2.2. Selección del Tamaño Máximo Nominal:

El tamaño máximo nominal es de  $1/2''$

## 2.3. Selección del Asentamiento:

Por condiciones de colocación se requiere de una mezcla plástica con un asentamiento de  $3''$  a  $4''$ .

## 2.4. Volumen Unitario de Agua:

Para una mezcla de concreto de  $3''$  a  $4''$  de asentamiento, sin aire incorporado y cuyo agregado tiene un tamaño máximo nominal de  $1/2''$ , el volumen unitario de agua es de  $215 \text{ Lt/m}^3$ .

## 2.5. Contenido de Aire:

Se considera  $2.50$  % de aire atrapado por las características de los componentes de éste concreto.

## 2.6. Relación Agua - Cemento:

Para una resistencia de diseño  $f'_{cr} = 294 \text{ Kg/cm}^2$  sin aire incorporado, la relación agua - cemento es de  $0.56$  por resistencia.

## 2.7. Factor Cemento:

$$215.00 / 0.56 = 383.93 \text{ Kg/m}^3 = 9.03 \text{ Bls/m}^3$$

## 2.8. Contenido de Agregado Grueso:

Para un módulo de fineza de  $2.90$  y un tamaño máximo nominal de  $1/2''$  le corresponde un volumen unitario de  $0.54 \text{ m}^3$  de agregado grueso varillado por unidad de volumen de concreto.

$$\text{Peso del Agregado Grueso} = 0.54 \times 1635 = 882.90 \text{ Kg/m}^3$$

## 2.9. Cálculo de Volúmenes Absolutos:

Cemento	$383.93 / [ 3.12 \times 1000 ] =$	$0.123 \text{ m}^3$
Agua	$215.00 / [ 1.00 \times 1000 ] =$	$0.215 \text{ m}^3$
Aire Atrapado	$2.50 \%$	$= 0.025 \text{ m}^3$
Agregado Grueso	$882.90 / [ 2.75 \times 1000 ] =$	$0.321 \text{ m}^3$
Total		$= 0.684 \text{ m}^3$

## 2.10 Contenido de Agregado Fino:


$$\text{Volumen absoluto de agregado fino} : 1.00 - 0.684 = 0.316 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso de agregado fino seco} : 0.316 \times 2.67 \times 1000 = 843.43 \text{ m}^3$$

## 2.11 Valores de Diseño:

Cemento	$383.93 \text{ Kg/m}^3$
Agua de Diseño	$215.00 \text{ Lt/m}^3$
Agregado Fino Seco	$843.43 \text{ Kg/m}^3$
Agregado Grueso Seco	$882.90 \text{ Kg/m}^3$



  
POL RAIN AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

## 2.12 Corrección por Humedad de los Agregados:

Agregado Fino	843.43	x	1.0040	=	846.80	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	882.90	x	1.0032	=	885.73	Kg/m <sup>3</sup>

### Humedad Superficial de:

Agregado Fino	0.40	-	0.97	=	-0.57	%
Agregado Grueso	0.32	-	0.49	=	-0.17	%

### Aporte de Humedad de los Agregados:

Agregado Fino	843.43	x	{ -0.0057 }	=	-4.81	Lt/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	882.90	x	{ -0.0017 }	=	-1.50	Lt/m <sup>3</sup>
<b>Total</b>				=	<b>-6.31</b>	<b>Lt/m<sup>3</sup></b>

Agua Efectiva      215.00 - { -6.31 } = 221.31 Lt/m<sup>3</sup>

### Los pesos de los materiales ya corregidos serán:

Cemento	383.93	Kg/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva	221.31	Lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino Húmedo	846.80	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	885.73	Kg/m <sup>3</sup>

## 2.13 Proporción en Peso Húmedo:

383.93 / 383.93    :    846.80 / 383.93    :    885.73 / 383.93      **1 : 2.21    :    2.31 / 0.58**

## 2.14 Pesos por Tanda de un Saco:

Cemento	1.00	x	42.5	=	42.50	Kg/saco
Agua Efectiva	0.58	x	42.5	=	24.50	Lt/saco
Agregado Fino Húmedo	2.21	x	42.5	=	93.74	Kg/saco
Agregado Grueso Húmedo	2.31	x	42.5	=	98.05	Kg/saco

## 2.15 Peso por Pie Cúbico del:

Agregado Fino Húmedo	846.80	x	35.31 / 1598	=	18.71	Kg/pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	885.73	x	35.31 / 1485	=	21.06	Kg/pie <sup>3</sup>

## 2.16 Dosificación en Volumen:

Cemento	9.03	/	9.03	=	1.00	pie <sup>3</sup>	=0.0283	m <sup>3</sup>
Agregado Fino Húmedo	18.71	/	9.03	=	2.07	pie <sup>3</sup>	=0.0587	m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	21.06	/	9.03	=	2.33	pie <sup>3</sup>	=0.0660	m <sup>3</sup>
Agua de Mezcla	221.31	/	9.03	=	24.50	Lt/bolsa	=0.0245	m <sup>3</sup> /bolsa

### Observaciones:

Las muestras y los datos fueron proporcionadas por el solicitante.  
Se recomienda un control periodico de la muestra para garantizar su uniformidad.  
Los resultados son validos a la fecha.



**POL RAMAGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REC. C4009

AGREGADO CON 50%-R



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

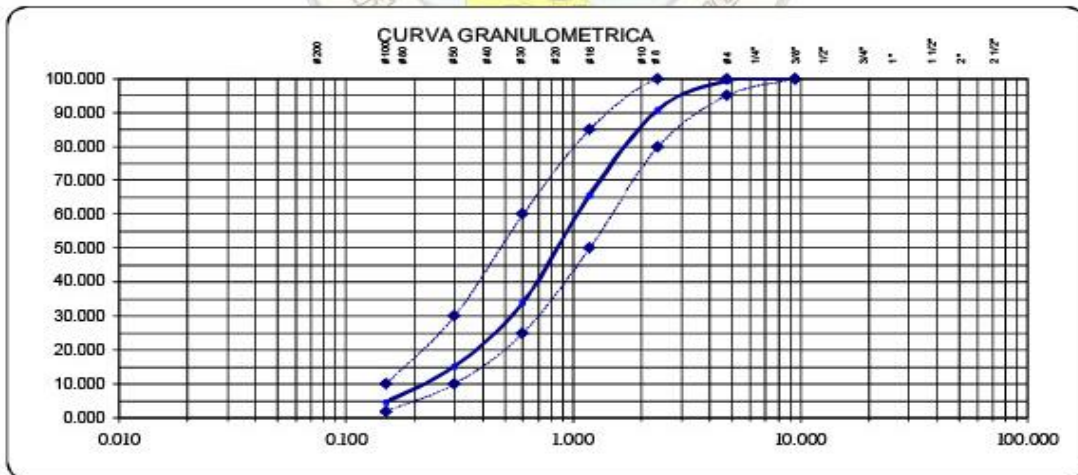
Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

OBRA : USO DE AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LAS EDIFICACIONES PARA PRODUCIR CONCRETO SIMPLE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
LUGAR : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
SOLICITA : BACHILLER ING. LIZ PALMA  
FECHA : 25 DE ABRIL DEL 2022  
MUESTRA : ARENA GRUESA ZARANDEADA DE CANTERA ESTRELLA DE BELEN (HUARMEY)

## ANALISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136 / NTP 400.037)

Peso inicial seco (gr) 1636.80

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	% que Pasa	Modulo de Fineza
3/8"	9.500	0.000	0.000	0.000	100.000	2.90
N° 04	4.750	9.700	0.593	0.593	99.407	
N° 08	2.360	141.100	8.620	9.213	90.787	
N° 16	1.180	411.200	25.122	34.335	65.665	
N° 30	0.600	518.500	31.678	66.013	33.987	
N° 50	0.300	306.800	18.744	84.757	15.243	
N° 100	0.150	172.300	10.527	95.283	4.717	
Cazoleta		77.200	4.717	100.000	0.000	
TOTAL		1636.800	100.000			



### Observaciones:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.
- Se recomienda un control periodico de la muestra para garantizar su uniformidad.
- Los resultados son validos a la fecha.



POL RAIN AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REC. C4009



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

**OBRA :** USO DE AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LAS EDIFICACIONES PARA PRODUCIR CONCRETO SIMPLE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**LUGAR :** DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**SOLICITA :** BACHILLER ING. LIZ PALMA

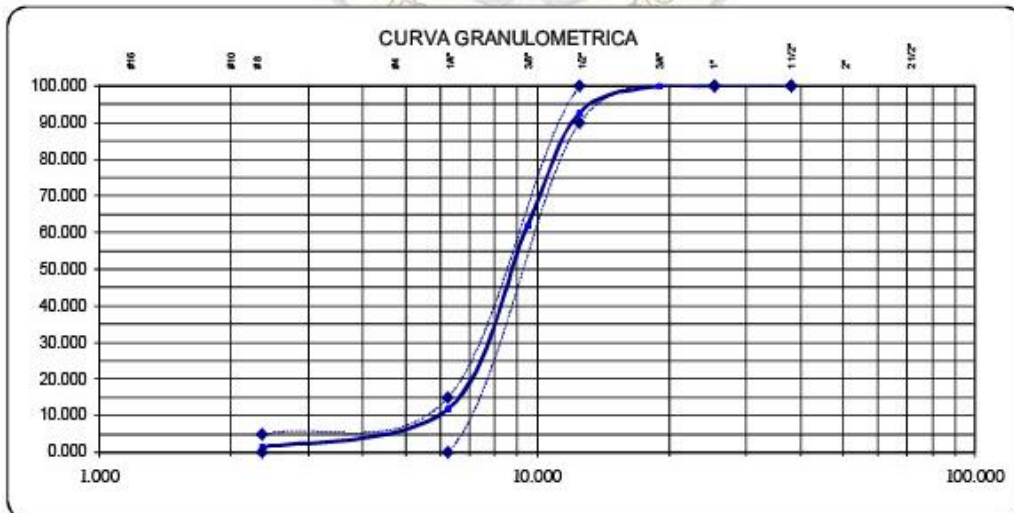
**FECHA :** 25 DE ABRIL DEL 2022

**MUESTRA :** AGREGADO GRUESO CON 50% DE MATERIAL RECICLADO

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136 / NTP 400.037)

**Peso inicial seco (gr)** : 1956.40

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	% que Pasa	Tamaño Máximo Nominal
2"	50.800	0.000	0.000	0.000	100.000	1/2"
1 1/2"	38.100	0.000	0.000	0.000	100.000	
1"	25.400	0.000	0.000	0.000	100.000	
3/4"	19.000	0.000	0.000	0.000	100.000	
1/2"	12.500	140.500	7.182	7.182	92.818	
3/8"	9.500	602.400	30.791	37.973	62.027	
4"	6.250	982.400	50.215	88.187	11.813	
8"	2.360	203.500	10.402	98.589	1.411	
Cazoleta		27.600	1.411	100.000	0.000	
<b>TOTAL</b>		<b>1956.400</b>	<b>100.000</b>			



**Observaciones:**

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.
- Se recomienda un control periodico de la muestra para garantizar su uniformidad.
- Los resultados son validos a la fecha.



*[Firma]*  
**POL RAIN AGUILAR OLCUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81028  
CONSULTOR - REC. C4009



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

OBRA : USO DE AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LAS EDIFICACIONES PARA PRODUCIR CONCRETO SIMPLE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
LUGAR : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
SOLICITA : BACHILLER ING. LIZ PALMA  
FECHA : 25 DE ABRIL DEL 2022  
MUESTRA : AGREGADOS

## CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216-80)

MUESTRA : ARENA GRUESA DE CANTERA ESTRELLA DE BELEN (HUARMEY)

01	Peso de la tara (gr)	28.80				
02	Peso tara + suelo húmedo (gr)	307.16				
03	Peso tara + suelo seco (gr)	306.05				
04	Peso del agua (gr)	1.11				
05	Peso del suelo seco (gr)	277.25				
06	Contenido de humedad (%)	0.40				

MUESTRA : AGREGADO GRUESO CON 50% DE MATERIAL RECICLADO

## CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216-80)

01	Peso de la tara (gr)	26.89				
02	Peso tara + suelo húmedo (gr)	270.84				
03	Peso tara + suelo seco (gr)	264.96				
04	Peso del agua (gr)	5.88				
05	Peso del suelo seco (gr)	238.07				
06	Contenido de humedad (%)	2.47				

### Observaciones:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.
- Se recomienda controlar frecuentemente la muestra para garantizar su uniformidad.
- Los resultados son validos a la fecha.



*[Signature]*  
POL RAIN AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REC. C4009



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

OBRA : USO DE AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LA EDIFICACIONES PARA PRODUCIR CONCRETO SIMPLE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
UBICACIÓN : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
SOLICITANTE : BACHILLER ING. LIZ PALMA  
FECHA : 25 DE ABRIL DEL 2022  
MUESTRA : AGREGADOS

## PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO (ASTM C-128 / NTP 400.021)

MUESTRA : ARENA GRUESA ZARANDEADA DE CANTERA ESTRELLA DE BELEN (HUARMEY)

01	S = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	500.00	500.00	PROMEDIO
02	A = Peso de la muestra seca (gr)	495.30	495.10	
03	B = Peso del picnómetro + agua (gr)	703.20	703.80	
04	C = Peso del picnómetro + muestra saturada superficialmente seca + agua (gr)	1012.90	1013.30	
05	Peso Especifico Nominal	2.67	2.67	2.67
06	Absorción (%)	0.95	0.99	0.97

## PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO (ASTM C-127 / NTP 400.021)

MUESTRA : AGREGADO GRUESO CON 50% DE MATERIAL RECICLADO

01	A = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	3050.00	3050.00	PROMEDIO
02	B = Peso de la muestra seca (gr)	3031.10	3030.90	
03	C = Peso de la muestra sumergida (gr)	1926.50	1925.80	
04	Peso Especifico Nominal	2.74	2.74	2.74
05	Absorción (%)	0.62	0.63	0.63

### Observaciones:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.
- Se recomienda controlar frecuentemente la muestra para garantizar su uniformidad.
- Los resultados son validos a la fecha.



*[Signature]*  
POL RAIN AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General – Prestación de Servicios Generales – Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general – Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

**OBRA** : USO DE AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LAS EDIFICACIONES PARA PRODUCIR CONCRETO SIMPLE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**LUGAR** : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**SOLICITA** : BACHILLER ING. LIZ PALMA

**FECHA** : 25 DE ABRIL DEL 2022

**MUESTRA** : ARENA GRUESA ZARANDEADA DE CANTERA ESTRELLA DE BELEN (HUARMEY)

### PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C-29 / NTP 400.017)

01	Peso del molde (gr)	1610.00	1610.00	<b>PROMEDIO</b>
02	Volumen del molde (cm3)	2744.00	2744.00	
03	Peso del molde + muestra suelta (gr)	6011.30	6013.00	
04	Peso de la muestra suelta (gr)	4401.30	4403.00	
05	Peso Unitario Suelto (Kg/m3)	1603.97	1604.59	1604.28
				1597.88

### PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C-29 / NTP 400.017)

01	Peso del molde (gr)	1610.00	1610.00	<b>PROMEDIO</b>
02	Volumen del molde (cm3)	2744.00	2744.00	
03	Peso del molde + muestra compactada (gr)	6544.60	6543.10	
04	Peso de la muestra compactada (gr)	4934.60	4933.10	
05	Peso Unitario Compactado (Kg/m3)	1798.32	1797.78	1798.05
				1790.88

**Observaciones:**

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.
- Se recomienda controlar frecuentemente la muestra para garantizar su uniformidad.
- Los resultados son validos a la fecha.



**POL RAIN AGLUAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - O.P. N° 81028  
CONSULTOR - REG. C4009





# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

**OBRA** : USO DE AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LAS EDIFICACIONES PARA PRODUCIR CONCRETO SIMPLE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**LUGAR** : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**SOLICITA** : BACHILLER ING. LIZ PALMA

**FECHA** : 25 DE ABRIL DEL 2022

**MUESTRA** : AGREGADO GRUESO CON 50% DE MATERIAL RECICLADO

## PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C-29 / NTP 400.017)

01	Peso del molde (gr)	3050.00	3050.00	PROMEDIO
02	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	5488.00	5488.00	
03	Peso del molde + muestra suelta (gr)	10810.90	10798.80	
04	Peso de la muestra suelta (gr)	7760.90	7748.80	
05	Peso Unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1414.16	1411.95	1413.06
				1379.00

## PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C-29 / NTP 400.017)

01	Peso del molde (gr)	3050.00	3050.00	PROMEDIO
02	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	5488.00	5488.00	
03	Peso del molde + muestra compactada (gr)	11579.00	12576.00	
04	Peso de la muestra compactada (gr)	8529.00	9526.00	
05	Peso Unitario Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1554.12	1735.79	1644.95
				1605.30

### Observaciones:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.
- Se recomienda controlar frecuentemente la muestra para garantizar su uniformidad.
- Los resultados son validos a la fecha.



**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REC. C4006



## DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

OBRA : USO DE AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LAS EDIFICACIONES PARA PRODUCIR CONCRETO SIMPLE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
LUGAR : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
SOLICITA : BACHILLER ING. LIZ PALMA  
FECHA : 25 DE ABRIL DEL 2022

### I. ESPECIFICACIONES:

1.1. La Resistencia de Diseño a los 28 días es de  $210 \text{ Kg/cm}^2$ , se desconoce el valor de la desviación estándar.

#### 1.2. Materiales:

##### 1.2.1. Cemento Portland Tipo I - Marca Pacasmayo

Peso Específico 3.12  $\text{gr/cm}^3$

##### 1.2.2. Agregado Fino

Arena Gruesa Zarandeada de Cantera Estrella de Belen - Huarmey

Peso Específico 2.67  $\text{gr/cm}^3$

Absorción 0.97 %

Contenido de Humedad 0.40 %

Módulo de Fineza 2.90

Peso Unitario Suelto 1598  $\text{Kg/m}^3$

##### 1.2.3. Agregado Grueso

Agregado Grueso con 50% de material reciclado

Tamaño Máximo Nominal 1/2"

Peso Seco Varillado 1605  $\text{Kg/m}^3$

Peso Específico 2.74  $\text{gr/cm}^3$

Absorción 0.63 %

Contenido de Humedad 2.47 %

Peso Unitario Suelto 1379  $\text{Kg/m}^3$

##### 1.2.4. Agua:

Agua Potable de la zona.

### II. SECUENCIA DE DISEÑO:

#### 2.1. Selección de la Resistencia ( $f'_{cr}$ ):

Dado que no se conoce el valor de la desviación estándar, entonces se tiene que:

$$f'_{cr} = f'c + 84 \text{ Kg/cm}^2$$

Entonces:  $f'_{cr} = 210 + 84 = 294 \text{ Kg/cm}^2$



*[Signature]*  
POL RAIN AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REC. C4009



Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
 Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
 Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

**2.2. Selección del Tamaño Máximo Nominal:**

El tamaño máximo nominal es de  $1/2''$

**2.3. Selección del Asentamiento:**

Por condiciones de colocación se requiere de una mezcla plástica con un asentamiento de 3" a 4".

**2.4. Volumen Unitario de Agua:**

Para una mezcla de concreto de 3" a 4" de asentamiento, sin aire incorporado y cuyo agregado tiene un tamaño máximo nominal de  $1/2''$ , el volumen unitario de agua es de  $215 \text{ Lt/m}^3$ .

**2.5. Contenido de Aire:**

Se considera  $2.50\%$  de aire atrapado por las características de los componentes de éste concreto.

**2.6. Relación Agua - Cemento:**

Para una resistencia de diseño  $f'_{cr} = 294 \text{ Kg/cm}^2$  sin aire incorporado, la relación agua - cemento es de  $0.56$  por resistencia.

**2.7. Factor Cemento:**

$$215.00 / 0.56 = 383.93 \text{ Kg/m}^3 = 9.03 \text{ Bls/m}^3$$

**2.8. Contenido de Agregado Grueso:**

Para un módulo de fineza de  $2.90$  y un tamaño máximo nominal de  $1/2''$  le corresponde un volumen unitario de  $0.54 \text{ m}^3$  de agregado grueso varillado por unidad de volumen de concreto.  
 Peso del Agregado Grueso =  $0.54 \times 1605 = 866.70 \text{ Kg/m}^3$

**2.9. Cálculo de Volúmenes Absolutos:**

Cemento	$383.93 / (3.12 \times 1000) =$	$0.123 \text{ m}^3$
Agua	$215.00 / (1.00 \times 1000) =$	$0.215 \text{ m}^3$
Aire Atrapado	$2.50\%$	$= 0.025 \text{ m}^3$
Agregado Grueso	$866.70 / (2.74 \times 1000) =$	$0.316 \text{ m}^3$
Total		$= 0.679 \text{ m}^3$

**2.10 Contenido de Agregado Fino:**

Volumen absoluto de agregado fino :  $1.00 - 0.679 = 0.321 \text{ m}^3$   
 Peso de agregado fino seco :  $0.321 \times 2.67 \times 1000 = 856.09 \text{ m}^3$

**2.11 Valores de Diseño:**

Cemento	$383.93 \text{ Kg/m}^3$
Agua de Diseño	$215.00 \text{ Lt/m}^3$
Agregado Fino Seco	$856.09 \text{ Kg/m}^3$
Agregado Grueso Seco	$866.70 \text{ Kg/m}^3$



**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
 ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
 CONSULTOR - REC. C4009



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

## 2.12 Corrección por Humedad de los Agregados:

Agregado Fino	856.09	x	1.0040	=	859.51	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	866.70	x	1.0247	=	888.11	Kg/m <sup>3</sup>

### Humedad Superficial de:

Agregado Fino	0.40	-	0.97	=	-0.57	%
Agregado Grueso	2.47	-	0.63	=	1.84	%

### Aporte de Humedad de los Agregados:

Agregado Fino	856.09	x	{ -0.0057 }	=	-4.88	Lt/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	866.70	x	{ 0.0184 }	=	15.95	Lt/m <sup>3</sup>
Total				=	11.07	Lt/m <sup>3</sup>

$$\text{Agua Efectiva} \quad 215.00 \quad - \quad (11.07) \quad = \quad 203.93 \quad \text{Lt/m}^3$$

### Los pesos de los materiales ya corregidos serán:

Cemento	383.93	Kg/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva	203.93	Lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino Húmedo	859.51	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	888.11	Kg/m <sup>3</sup>

## 2.13 Proporción en Peso Húmedo:

$$383.93 / 383.93 \quad : \quad 859.51 / 383.93 \quad : \quad 888.11 / 383.93 \quad \quad 1 \quad : \quad 2.24 \quad : \quad 2.31 \quad / \quad 0.53$$

## 2.14 Pesos por Tanda de un Saco:

Cemento	1.00	x	42.5	=	42.50	Kg/saco
Agua Efectiva	0.53	x	42.5	=	22.57	Lt/saco
Agregado Fino Húmedo	2.24	x	42.5	=	95.15	Kg/saco
Agregado Grueso Húmedo	2.31	x	42.5	=	98.31	Kg/saco

## 2.15 Peso por Pie Cúbico del:

Agregado Fino Húmedo	859.51	x	35.31 / 1598	=	18.99	Kg/pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	888.11	x	35.31 / 1379	=	22.74	Kg/pie <sup>3</sup>

## 2.16 Dosificación en Volumen:

Cemento	9.03	/	9.03	=	1.00	pie <sup>3</sup>	=0.0283	m <sup>3</sup>
Agregado Fino Húmedo	18.99	/	9.03	=	2.10	pie <sup>3</sup>	=0.0595	m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo	22.74	/	9.03	=	2.52	pie <sup>3</sup>	=0.0713	m <sup>3</sup>
Agua de Mezcla	203.93	/	9.03	=	22.57	Lt/bolsa	=0.0226	m <sup>3</sup> /bolsa

### Observaciones:

Las muestras y los datos fueron proporcionadas por el solicitante.  
Se recomienda un control periódico de la muestra para garantizar su uniformidad.  
Los resultados son válidos a la fecha.



*[Signature]*  
POL RAIN AGUILAR OLCUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REC. C4009



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

## ENSAYO DE ABRASION LOS ANGELES AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS (ASTM 131)

OBRA : USO DE AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LAS EDIFICACIONES PARA PRODUCIR CONCRETO SIMPLE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
UBICACIÓN : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
SOLICITA : BACHILLER ING. LIZ PALMA  
FECHA : 25 DE ABRIL DEL 2022  
MUESTRA : PIEDRA CHANCADA TMN 1/2" DE CANTERA PIEDRA LIZA - NEPEÑA

TAMAÑOS DE MALLAS		PESO DE LOS TAMAÑOS INDICADOS EN GRAMOS			
PASA	RETENIDO	Grad. A (12)	Grad. B (11)	Grad. C (8)	Grad. (6)
11/2"	1"	1250			
1"	3/4"	1250			
3/4"	1/2"	1250	2500		
1/2"	3/8"	1250	2500		
3/8"	1/4"			2500	
1/4"	# 4			2500	
# 4	# 8				5000

Nota: los números entre paréntesis indican la cantidad de esferas.

Identificación	1			
Graduación	B			
Peso Mat. Ret. En la N° 12	4012			
Peso Mat. Pasa malla N° 12	988			
Porcentaje de Desgaste (%)	19.76			

### Observaciones:

Los datos y las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

Se recomienda un control periodico de la muestra para garantizar su uniformidad.

Los resultados son validos a la fecha.



POL RAIN AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81023  
CONSULTOR - REC. C4009



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

## ENSAYO DE ABRASION LOS ANGELES AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS (ASTM 131)

OBRA : USO DE AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LAS EDIFICACIONES PARA PRODUCIR CONCRETO SIMPLE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
UBICACIÓN : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
SOLICITA : BACHILLER ING. LIZ PALMA  
FECHA : 25 DE ABRIL DEL 2022  
MUESTRA : AGREGADO GRUESO CON 50% DE MATERIAL RECICLADO

TAMAÑOS DE MALLAS		PESO DE LOS TAMAÑOS INDICADOS EN GRAMOS			
PASA	RETENIDO	Grad. A (12)	Grad. B (11)	Grad. C (6)	Grad. (6)
1 1/2"	1"	1250			
1"	3/4"	1250			
3/4"	1/2"	1250	2500		
1/2"	3/8"	1250	2500		
3/8"	1/4"			2500	
1/4"	# 4			2500	
# 4	# 8				5000

Nota: los números entre paréntesis indican la cantidad de esferas.

Identificación	1			
Graduación	B			
Peso Mat. Ret. En la N° 12	3118			
Peso Mat. Pasa malla N° 12	1882			
Porcentaje de Desgaste (%)	37.64			

### Observaciones:

Los datos y las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

Se recomienda un control periodico de la muestra para garantizar su uniformidad.

Los resultados son validos a la fecha.



POL RAMÓN AGUILAR OLGUÍN  
ING. CIVIL - CIP N° 81029  
CONSULTOR - REC. C4009



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

## ENSAYO DE ABRASION LOS ANGELES AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS (ASTM 131)

**OBRA** : USO DE AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LAS EDIFICACIONES PARA PRODUCIR CONCRETO SIMPLE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**UBICACIÓN** : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

**SOLICITA** : BACHILLER ING. LIZ PALMA

**FECHA** : 25 DE ABRIL DEL 2022

**MUESTRA** : PIEDRA CHANCADA TMN 1/2" DE CANTERA PIEDRA LIZA - NEPEÑA

TAMAÑOS DE MALLAS		PESO DE LOS TAMAÑOS INDICADOS EN GRAMOS			
PASA	RETENIDO	Grad. A (12)	Grad. B (11)	Grad. C (8)	Grad. (6)
1 1/2"	1"	1250			
1"	3/4"	1250			
3/4"	1/2"	1250	2500		
1/2"	3/8"	1250	2500		
3/8"	1/4"			2500	
1/4"	# 4			2500	
# 4	# 8				5000

Nota: los números entre paréntesis indican la cantidad de esferas.

Identificación	1			
Graduación	B			
Peso Mat. Ret. En la N° 12	4012			
Peso Mat. Pasa malla N° 12	988			
Porcentaje de Desgaste (%)	19.76			

### Observaciones:

Los datos y las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

Se recomienda un control periodico de la muestra para garantizar su uniformidad.

Los resultados son validos a la fecha.



**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REC. C4009



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

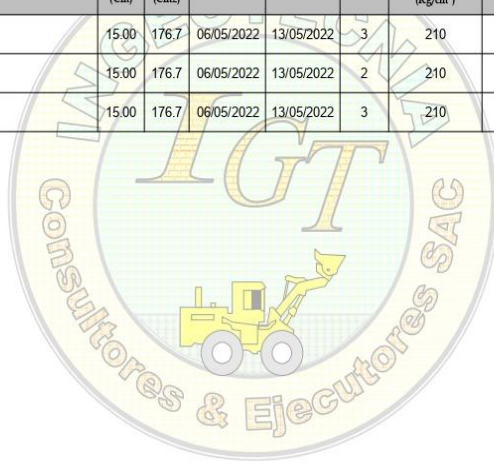
OBRA : USO DE AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LAS EDIFICACIONES PARA PRODUCIR CONCRETO SIMPLE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
LUGAR : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
SOLICITA : BACHILLER ING. LIZ PALMA  
FECHA : 13 DE MAYO DEL 2022

MAQUINA DE ENSAYO UNIAxIAL: MODELO TCP127 - SERIE 504 (TAMIEQUIPOS)  
REF: EXPEDIENTE N° T 380-2022

CERTIFICADO DE CALIBRACION: LFP - 459 - 2022

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

N°	ESTRUCTURA	DIAM (Cm)	AREA (Cm2)	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DE CURADO (días)	PRESION MAXIMA (KG)	RESISTENCIA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)
01	PROBETA PATRON	15.00	176.7	06/05/2022	13/05/2022	3	210	7	26400	149.39	71.14
02	PROBETA PATRON	15.00	176.7	06/05/2022	13/05/2022	2	210	7	27870	157.71	75.10
03	PROBETA PATRON	15.00	176.7	06/05/2022	13/05/2022	3	210	7	27350	154.77	73.70



### TIPOS DE FALLA DE LOS CILINDROS DE CONCRETO MTC E 704



La resistencia referencial en función a la edad del concreto es:

**Parámetros:**

- 1 día = 25 - 35 %
- 3 días = 40 - 55 %
- 7 días = 70 - 85 %
- 14 días = 85 - 95 %
- 28 días = 100 - 120 %

60 días sube entre 10 y 15 % de la resistencia de 28 días

**Observaciones:**

Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.  
La descripción y fechas de vaciado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.  
Se recomienda controlar la trabajabilidad del concreto en obra mediante prueba Slump.



**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81025  
CONSULTOR - REC. C4009





# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

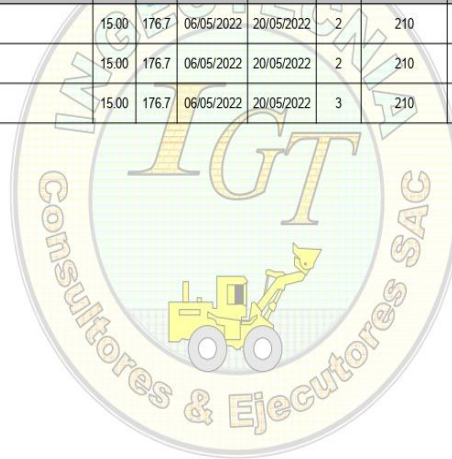
OBRA	: USO DE AGREGADOS REICLADOS OBTENIDOS DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LAS EDIFICACIONES PARA PRODUCIR CONCRETO SIMPLE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE
LUGAR	: DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH
SOLICITA	: BACHILLER ING. LIZ PALMA
FECHA	: 20 DE MAYO DEL 2022

MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL: MODELO TCP127 - SERIE 504 (TAMIEQUIPOS)  
REF: EXPEDIENTE N° T 380-2022

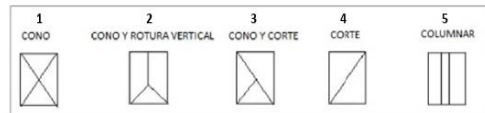
CERTIFICADO DE CALIBRACION: LFP - 459 - 2022

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

N°	ESTRUCTURA	DIAM (Cm)	AREA (Cm <sup>2</sup> )	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DE CURADO (días)	PRESION MAXIMA (KG)	RESISTENCIA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)
01	PROBETA PATRON	15.00	176.7	06/05/2022	20/05/2022	2	210	14	32720	185.16	88.17
02	PROBETA PATRON	15.00	176.7	06/05/2022	20/05/2022	2	210	14	31980	180.97	86.18
03	PROBETA PATRON	15.00	176.7	06/05/2022	20/05/2022	3	210	14	32610	184.53	87.87



### TIPOS DE FALLA DE LOS CILINDROS DE CONCRETO MTC E 704



La resistencia referencial en función a la edad del concreto es:

#### Parámetros:

1 día = 25 - 35 %  
3 días = 40 - 55 %  
7 días = 70 - 85 %  
14 días = 85 - 95 %  
28 días = 100 - 120 %

60 días sube entre 10 y 15 % de la resistencia de 28 días

#### Observaciones:

Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.  
La descripción y fechas de vaciado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.  
Se recomienda controlar la trabajabilidad del concreto en obra mediante prueba Slump.



**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81023  
CONSULTOR - REC. C4009



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General – Prestación de Servicios Generales – Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general – Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

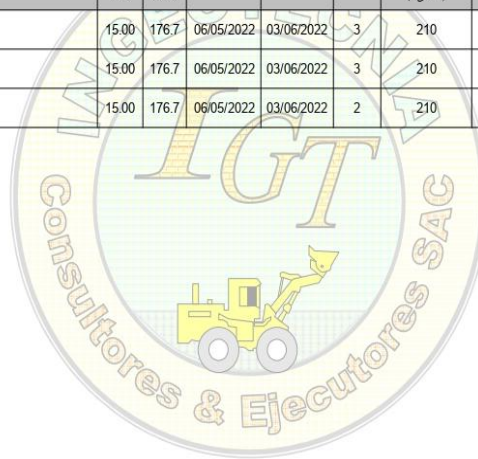
OBRA : USO DE AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LAS EDIFICACIONES PARA PRODUCIR CONCRETO SIMPLE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
LUGAR : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
SOLICITA : BACHILLER ING. LIZ PALMA  
FECHA : 03 DE JUNIO DEL 2022

MAQUINA DE ENSAYO UNIAxIAL: MODELO TCP127 - SERIE 504 (TAMIEQUIPOS)  
REF: EXPEDIENTE N° T 380-2022

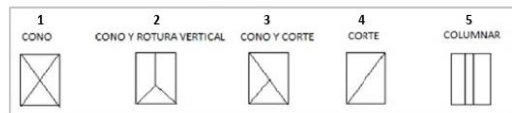
CERTIFICADO DE CALIBRACION: LFP - 459 - 2022

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

N°	ESTRUCTURA	DIAM (Cm)	AREA (Cm <sup>2</sup> )	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DE CURADO (dias)	FRESION MAXIMA (KG)	RESISTENCIA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)
01	PROBETA PATRON	15.00	176.7	06/05/2022	03/06/2022	3	210	28	40130	227.09	108.14
02	PROBETA PATRON	15.00	176.7	06/05/2022	03/06/2022	3	210	28	38480	217.75	103.69
03	PROBETA PATRON	15.00	176.7	06/05/2022	03/06/2022	2	210	28	37150	210.23	100.11



### TIPOS DE FALLA DE LOS CILINDROS DE CONCRETO MTC E 704



La resistencia referencial en función a la edad del concreto es:

**Parámetros:**

1 día = 25 - 35 %  
3 días = 40 - 55 %  
7 días = 70 - 85 %  
14 días = 85 - 95 %  
28 días = 100 - 120 %

60 días sube entre 10 y 15 % de la resistencia de 28 días

**Observaciones:**

Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.  
La descripción y fechas de vaciado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.  
Se recomienda controlar la trabajabilidad del concreto en obra mediante prueba Slump.



**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81023  
CONSULTOR - REC. C4009

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 www.ingeotecniasac.com



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General – Prestación de Servicios Generales – Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general – Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

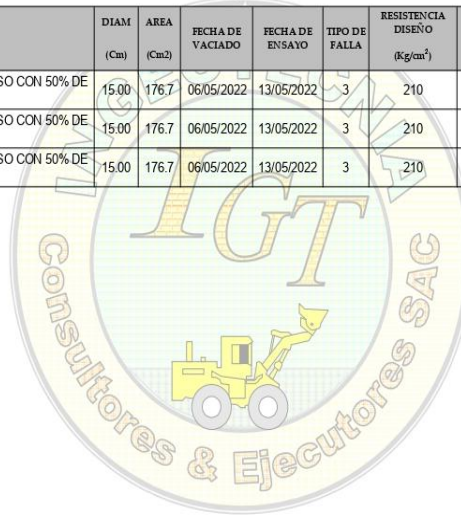
OBRA : USO DE AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LAS EDIFICACIONES PARA PRODUCIR CONCRETO SIMPLE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
LUGAR : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH  
SOLICITA : BACHILLER ING. LIZ PALMA  
FECHA : 13 DE MAYO DEL 2022

MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL: MODELO TCP127 - SERIE 504 (TAMEQUIPOS)  
REF: EXPEDIENTE N° T 380-2022

CERTIFICADO DE CALIBRACION: LFP - 459 - 2022

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

N°	ESTRUCTURA	DIAM (Cm)	AREA (Cm <sup>2</sup> )	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DE CURADO (días)	PRESION MAXIMA (KG)	RESISTENCIA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)
01	PROBETA AGREGADO GRUESO CON 50% DE MATERIAL RECICLADO	15.00	176.7	06/05/2022	13/05/2022	3	210	7	28200	159.58	75.99
02	PROBETA AGREGADO GRUESO CON 50% DE MATERIAL RECICLADO	15.00	176.7	06/05/2022	13/05/2022	3	210	7	29130	164.84	78.50
03	PROBETA AGREGADO GRUESO CON 50% DE MATERIAL RECICLADO	15.00	176.7	06/05/2022	13/05/2022	3	210	7	28650	162.13	77.20



### TIPOS DE FALLA DE LOS CILINDROS DE CONCRETO MTC E 704



La resistencia referencial en función a la edad del concreto es:

**Parámetros:**

1 día = 25 - 35 %

3 días = 40 - 55 %

7 días = 70 - 85 %

14 días = 85 - 95 %

28 días = 100 - 120 %

60 días sube entre 10 y 15 % de la resistencia de 28 días

**Observaciones:**

Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.  
La descripción y fechas de vaciado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.  
Se recomienda controlar la trabajabilidad del concreto en obra mediante prueba Slump.



**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81023  
CONSULTOR - REC. C4009



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General – Prestación de Servicios Generales – Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general – Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

OBRA	: USO DE AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LAS EDIFICACIONES PARA PRODUCIR CONCRETO SIMPLE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE
LUGAR	: DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH
SOLICITA	: BACHILLER ING. LIZ PALMA
FECHA	: 20 DE MAYO DEL 2022

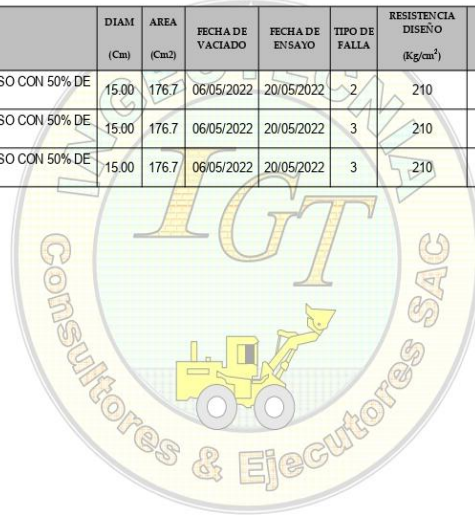
MAQUINA DE ENSAYO UNIAxIAL: MODELO TCP127 - SERIE 504 (TAMIEQUIPOS)

CERTIFICADO DE CALIBRACION: LFP - 459 - 2022

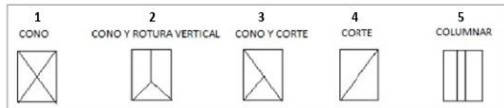
REF: EXPEDIENTE N° T 380-2022

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

N°	ESTRUCTURA	DIAM (Cm)	AREA (Cm <sup>2</sup> )	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DE CURADO (días)	PRESION MAXIMA (KG)	RESISTENCIA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)
01	PROBETA AGREGADO GRUESO CON 50% DE MATERIAL RECICLADO	15.00	176.7	06/05/2022	20/05/2022	2	210	14	33720	190.82	90.86
02	PROBETA AGREGADO GRUESO CON 50% DE MATERIAL RECICLADO	15.00	176.7	06/05/2022	20/05/2022	3	210	14	34090	192.91	91.86
03	PROBETA AGREGADO GRUESO CON 50% DE MATERIAL RECICLADO	15.00	176.7	06/05/2022	20/05/2022	3	210	14	33580	190.02	90.49



### TIPOS DE FALLA DE LOS CILINDROS DE CONCRETO MTC E 704



La resistencia referencial en función a la edad del concreto es:

**Parámetros:**

1 día = 25 - 35 %

3 días = 40 - 55 %

7 días = 70 - 85 %

14 días = 85 - 95 %

28 días = 100 - 120 %

60 días sube entre 10 y 15 % de la resistencia de 28 días

**Observaciones:**

Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

La descripción y fechas de vaciado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.

Se recomienda controlar la trabajabilidad del concreto en obra mediante prueba Slump.



**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81023  
CONSULTOR - REG. C4009



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General – Prestación de Servicios Generales – Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general – Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

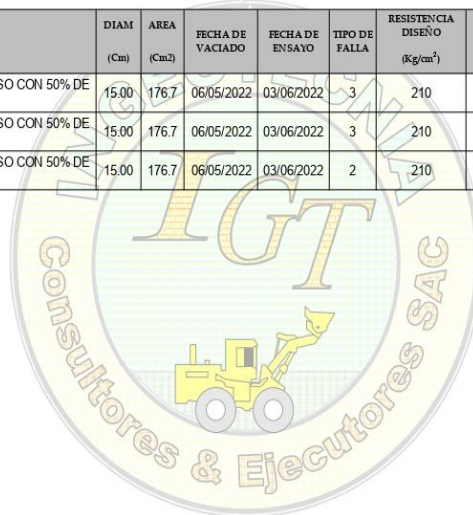
OBRA	: USO DE AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LAS EDIFICACIONES PARA PRODUCIR CONCRETO SIMPLE EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE
LUGAR	: DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH
SOLICITA	: BACHILLER ING. LIZ PALMA
FECHA	: 03 DE JUNIO DEL 2022

MAQUINA DE ENSAYO UNIAxIAL: MODELO TCP127 - SERIE 504 (TAMIEQUIPOS)  
REF: EXPEDIENTE N° T 380-2022




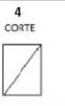

CERTIFICADO DE CALIBRACION: LFP - 459 - 2022

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)

N°	ESTRUCTURA	DIAM (Cm)	AREA (Cm <sup>2</sup> )	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	EDAD DE CURADO (días)	PRESION MAXIMA (KG)	RESISTENCIA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ADQUIRIDA (%)
01	PROBETA AGREGADO GRUESO CON 50% DE MATERIAL RECICLADO	15.00	176.7	06/05/2022	03/06/2022	3	210	28	43830	248.03	118.11
02	PROBETA AGREGADO GRUESO CON 50% DE MATERIAL RECICLADO	15.00	176.7	06/05/2022	03/06/2022	3	210	28	42370	239.76	114.17
03	PROBETA AGREGADO GRUESO CON 50% DE MATERIAL RECICLADO	15.00	176.7	06/05/2022	03/06/2022	2	210	28	41990	237.61	113.15



TIPOS DE FALLA DE LOS CILINDROS DE CONCRETO MTC E 704				
1 CONO	2 CONO Y ROTURA VERTICAL	3 CONO Y CORTE	4 CORTE	5 COLUMNAR

La resistencia referencial en función a la edad del concreto es:

**Parámetros:**  
 1 día = 25 - 35 %  
 3 días = 40 - 55 %  
 7 días = 70 - 85 %  
 14 días = 85 - 95 %  
 28 días = 100 - 120 %  
 60 días sube entre 10 y 15 % de la resistencia de 28 días

**Observaciones:**

Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.  
La descripción y fechas de vaciado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.  
Se recomienda controlar la trabajabilidad del concreto en obra mediante prueba Slump.



**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
ING. CIVIL - CIP. N° 81023  
CONSULTOR - REC. C4009

# Uso de agregados reciclados obtenidos del tratamiento de los residuos de las edificaciones para producir concreto simple en el Distrito de Nuevo Chimbote

*por* Elizabeth Carolina Palma Vargas

---

**Fecha de entrega:** 04-may-2023 09:51p.m. (UTC+0000)

**Identificador de la entrega:** 2084460225

**Nombre del archivo:** INFORME\_DE\_TESIS\_-LIZ\_PALMA\_ENERO\_2023.docx (21.39M)

**Total de palabras:** 19972

**Total de caracteres:** 107028

# Uso de agregados reciclados obtenidos del tratamiento de los residuos de las edificaciones para producir concreto simple en el Distrito de Nuevo Chimbote

## INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	7%
2	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repository.unad.edu.co Fuente de Internet	1%
6	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
7	www.repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%

9	Jimenez Jimenez Yaneli del Carmen. "Estrategias de producción de dos especies aromáticas ocimum basilicum l. y origanum vulgare l. para su establecimiento en una farmacia viviente", TESIUNAM, 2012 Publicación	<1 %
10	cienciasagricolas.inifap.gob.mx Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	1library.co Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1 %
16	apirepositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Asociacion para el Desarrollo Educativo APDE Trabajo del estudiante	<1 %
18	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %



19	<a href="http://www.midagri.gob.pe">www.midagri.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://www.sabiia.cnptia.embrapa.br">www.sabiia.cnptia.embrapa.br</a> Fuente de Internet	<1 %
21	Submitted to Universidad Complutense de Madrid Trabajo del estudiante	<1 %
22	Submitted to Colegio Mayor Secundario Presidente del Perú Trabajo del estudiante	<1 %
23	<a href="http://cdigital.uv.mx">cdigital.uv.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
24	<a href="http://documentop.com">documentop.com</a> Fuente de Internet	<1 %
25	<a href="http://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
26	Submitted to Southern New Hampshire University - Continuing Education Trabajo del estudiante	<1 %
27	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE Trabajo del estudiante	<1 %
28	<a href="http://e-cucba.cucba.udg.mx">e-cucba.cucba.udg.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
29	<a href="http://patents.google.com">patents.google.com</a>	

Fuente de Internet

<1 %

30

[dspace.esPOCH.edu.ec](https://dspace.esPOCH.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

31

[repositorio.ual.es](https://repositorio.ual.es)

Fuente de Internet

<1 %

32

[repositorio.uwiener.edu.pe](https://repositorio.uwiener.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

33

[www.researchgate.net](https://www.researchgate.net)

Fuente de Internet

<1 %

34

Gutiérrez Estrada Kenya. "Síntesis y caracterización de un polimetilmetacrilato (PMMA) para su uso como cemento óseo", TESIUNAM, 2011

Publicación

<1 %

35

[cybertesis.uach.cl](https://cybertesis.uach.cl)

Fuente de Internet

<1 %

36

[repositorio.upagu.edu.pe](https://repositorio.upagu.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

37

[vsip.info](https://vsip.info)

Fuente de Internet

<1 %

38

Razo González María. "Diversidad y biogeografía de Trichoptera (Insecta) en un gradiente de altitud en la Sierra de Juárez, Oaxaca, México", TESIUNAM, 2022

Publicación

<1 %

---

39	<a href="http://archiv.ub.uni-marburg.de">archiv.ub.uni-marburg.de</a> Fuente de Internet	<1 %
40	Submitted to Universidad Nacional de Colombia Trabajo del estudiante	<1 %
41	<a href="http://dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com">dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com</a> Fuente de Internet	<1 %
42	<a href="http://www.engormix.com">www.engormix.com</a> Fuente de Internet	<1 %
43	<a href="http://repositorio.unp.edu.pe">repositorio.unp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
44	Gonzalez Hernandez Maria Dolores. "Filogenia molecular del hongo fitopatogeno Rhizoctonia solani basada en las secuencias del ADN ribosomal nuclear (ITS y LSU) y del gen beta-tubulina", TESIUNAM, 2004 Publicación	<1 %
45	<a href="http://coek.info">coek.info</a> Fuente de Internet	<1 %
46	<a href="http://e-campo.com">e-campo.com</a> Fuente de Internet	<1 %
47	<a href="http://prezi.com">prezi.com</a> Fuente de Internet	<1 %
48	<a href="http://www.consumer.es">www.consumer.es</a> Fuente de Internet	<1 %

---

49	<a href="http://www.redalyc.org">www.redalyc.org</a> Fuente de Internet	<1 %
50	<a href="http://www.science.gov">www.science.gov</a> Fuente de Internet	<1 %
51	Hernández Calderón Erasto. "Estudio de los caracteres funcionales de los encinos quercus magnoliifolia neé y quercus resinosa liebm. en un gradiente altitudinal en México", TESIUNAM, 2014 Publicación	<1 %
52	<a href="http://distancia.udh.edu.pe">distancia.udh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
53	<a href="http://encolombia.com">encolombia.com</a> Fuente de Internet	<1 %
54	<a href="http://munipampahermosa.webcindario.com">munipampahermosa.webcindario.com</a> Fuente de Internet	<1 %
55	<a href="http://repositorio.umsa.bo">repositorio.umsa.bo</a> Fuente de Internet	<1 %
56	<a href="http://repositorio.unach.edu.pe">repositorio.unach.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
57	<a href="http://revistas.unal.edu.co">revistas.unal.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
58	<a href="http://searchworks-lb.stanford.edu">searchworks-lb.stanford.edu</a> Fuente de Internet	<1 %

[www.projectmanagement.com](http://www.projectmanagement.com)

59

Fuente de Internet

<1 %

---

60

xylog.com.my

Fuente de Internet

<1 %

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo