



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis del comportamiento mecánico del concreto  $f^c$  210 kg/cm<sup>2</sup> con  
agregados reciclados de demolición, San Juan de Lurigancho 2019.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Mucha Sosa, Boris Fernando (ORCID: 0000-0002-7132-8383)

ASESOR

Dra. García Álvarez, María Ysabel (ORCID: 0000-0001-8529-878X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

2019

### **Dedicatoria**

A Dios, por encaminarme en cada paso que di y ser nuestro mi espiritual.

A mis padres y hermanos y esposa por brindarme su apoyo, confianza y paciencia para lograr mi objetivo.

A mis asesores por compartir su conocimiento en todo el tiempo de elaboración de esta tesis.

## **Agradecimientos**

En primer lugar, dar gracias a mis padres y hermanos por su comprensión y paciencia en todo este tiempo de estudios.

A mi compañero Manuel Huapaya por brindarme su apoyo en la elaboración de esta tesis.

A nuestros docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería que en estos cinco años transcurridos nos formaron académicamente brindándonos los conocimientos necesarios.

## Índice de Contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de Tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>7</b>
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1 Tipo y diseño de la investigación .....</b>	<b>17</b>
<b>3.2 Variables y Operacionalización.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....</b>	<b>19</b>
<b>3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....</b>	<b>19</b>
<b>3.5 Procedimientos .....</b>	<b>20</b>
<b>3.6 Método de análisis de datos .....</b>	<b>21</b>
<b>3.7 Aspectos Éticos .....</b>	<b>23</b>
<b>IV RESULTADOS .....</b>	<b>24</b>
<b>V DISCUSIÓN.....</b>	<b>57</b>
<b>VI CONCLUSIONES .....</b>	<b>62</b>
<b>VII RECOMENDACIONES .....</b>	<b>64</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>66</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>70</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Ecuación Fuller-Thompson. ....	12
<b>Tabla 2</b> Operacionalización de la variable 1 .....	18
<b>Tabla 3</b> Operacionalización de la variable 2.....	18
<b>Tabla 4</b> Analisis granulometrico del agregado natural.....	26
<b>Tabla 5</b> Analisis granulometrico del agregado grueso reciclado.....	28
<b>Tabla 6</b> Analisis granulometrico del agregado fino .....	29
<b>Tabla 7</b> Porcentaje filtrante por N° de tamiz.....	30
<b>Tabla 8</b> Absorcion agregado grueso natural .....	32
<b>Tabla 9</b> Absorcion agregado grueso reciclado.....	32
<b>Tabla 10</b> Absorcion agregado fino .....	33
<b>Tabla 11</b> Humedad agregado natural .....	34
<b>Tabla 12</b> Humedad agregado reciclado .....	34
<b>Tabla 13</b> Humedad agregado fino.....	34
<b>Tabla 14</b> Parametros de diseño.....	37
<b>Tabla 15</b> Resistencia promedio del ensayo a compresion .....	37
<b>Tabla 16</b> Propiedades de los agregados usados .....	38
<b>Tabla 17</b> Volumen unitario del agua .....	38
<b>Tabla 18</b> Contenido de aire atrapado .....	39
<b>Tabla 19</b> Relacion agua - cemento.....	39
<b>Tabla 20</b> Modulo de fineza de la arena.....	40
<b>Tabla 21</b> Cantidad de agregado grueso. ....	41
<b>Tabla 22</b> Cantidad de agregado fino grupo P.....	41
<b>Tabla 23</b> Cantidad de agregado fino grupo A.....	42
<b>Tabla 24</b> Cantidad de agregado fino grupo B .....	42
<b>Tabla 25</b> Ajuste por humedad.....	42
<b>Tabla 26</b> Resumen de materiales .....	43
<b>Tabla 27</b> Asentamiento del concreto .....	45
<b>Tabla 28</b> Ensayo de resistencia a la compresion a los 7 dias .....	45
<b>Tabla 29</b> Ensayo de resistencia a la compresion a los 14 dias .....	46
<b>Tabla 30</b> Ensayo de resistencia a la compresion a los 28 dias .....	46
<b>Tabla 31</b> Analisis de los resultados a los 7 dias .....	50
<b>Tabla 32</b> Analisis de los resultados a los 14 dias .....	52
<b>Tabla 33</b> Analisis de los resultados a los 28 dias .....	53
<b>Tabla 34</b> Costo del concreto convencional 210kg/cm <sup>2</sup> .....	54
<b>Tabla 35</b> Costo del concreto con agregados reciclados 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	55

## Índice de figuras

Figura 1: Curva de gradación Fuller – Thompson .....	12
Figura 2 Curva Granulometrica agregado natural .....	27
Figura 3: Curva Granulometrica agregado grueso reciclado .....	28
Figura 4: Curva Granulometrica agregado fino .....	29
Figura 5 Caracteristicas fisicas de los agregados .....	47
Figura 6 Peso especifico .....	47
Figura 7: Peso unitario suelto y compactado .....	48
Figura 8: Asentamiento del concreto .....	49
Figura 9: Asentamiento para los diferentes grupos de concreto .....	49
Figura 10: Ensayo a compresion a los 7 dias .....	50
Figura 11 Ensayo a compresion a los 14 dias .....	51
Figura 12 Ensayo a compresion a los 28 dias .....	53
Figura 13 Curva comparativa de resistencia a la compresion .....	54
Figura 14 Costo unitario por grupo de concreto .....	56
Figura 15 Porcentaje según costo unitario de concreto .....	56
Figura 16 Comparacion de caracteristicas fisicas de los agregados .....	58
Figura 17 Comparacion de peso volumetrico de los agregados .....	59
Figura 18 Cuadro comparativo de resultados de Asentamiento .....	60
Figura 19 Cuadro comparativo resistencia a la compresion .....	61

## Resumen

El Proyecto de esta tesis, tiene como objeto Determinar un análisis y las variaciones de un diseño para el concreto con agregados reciclados, ensayando con diferentes cantidades de agregados gruesos reciclados. Para así determinar sus propiedades y pueda ser empleado en construcciones de viviendas unifamiliares en San Juan de Lurigancho, Sin embargo, para realizar un adecuado análisis, se necesitó realizar ensayos de resistencia a la compresión asimismo de asentamiento, dentro de estos se realizó el ensayo de análisis granulométrico, cálculo de porcentaje de humedad, Peso específico, Absorción y Peso unitario estos ensayos fueron realizado en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

**Palabras clave:** Asentamiento, granulometría, absorción, compresión

## **Abstract**

The purpose of this thesis project is to determine an analysis and variations of a design for concrete with recycled aggregates, testing with different quantities of recycled coarse aggregates. In order to determine its properties and can be used in single-family housing constructions in San Juan de Lurigancho, however, to carry out an adequate analysis, it was necessary to carry out tests of resistance to compression as well as settlement, within these the test was carried out. granulometric analysis, calculation of humidity percentage, specific weight, absorption and unit weight. These tests were performed in the laboratory of the National University of Engineering.

**Palabras clave:** Settlement, granulometry, absorption, compression.

# **I. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad es posible constatar que el tiempo de vida de un edificio es de 50 años, a partir de este tiempo este necesitara ser reparado o reforzado o en caso contrario ser demolido, ante la ocurrencia de cualquiera de estos hechos es inevitable negar que cualquiera fuera la acción a tomar generaría un alto índice de contaminación al medio ambiente.

Se denomina materiales reutilizables aquellos que están constituidos principalmente por partes de acero, restos de ladrillos y madera en algunos casos se también los residuos procedentes de demolición siempre y cuando estos de encuentres libres de materiales contaminantes, estos pueden ser empleados como material de relleno en vías temporales de tránsito.

Se llama materiales reciclables a aquellos compuestos principalmente por metales, plástico y vidrio estos materiales pueden ser reciclados con la finalidad de que se fabriquen nuevos productos los cuales serán similares a los que dieron origen al estudio.

Después de todo lo mencionado referente a los tipos de residuos se puede afirmar mediante el estudio que se realizara en la presente tesis que algunos de estos componentes pueden ser empleados en ámbito de la construcción con la finalidad de elaboración de morteros, así como concretos, desmullendo así de gran manera la sobre explotación de materias primas.

En la época actual a nivel global, nos encontramos en un tiempo en constante crecimiento tecnológico y adelanto en muchas ciudades, en donde la construcción se ha convertido en la principal actividad de crecimiento económico.

Ante este suceso en varios países a nivel internacional se encuentran concientizados sobre realizar un correcto manejo e inspección de todos los residuos provenientes de construcciones.

Solo en el Perú se producen toneladas de escombros provenientes de construcciones y demoliciones que en su mayoría son desechados en escombreras y rellenos sanitarios, generando de esta forma contaminación al suelo, al ambiente y asimismo reduciendo notoriamente los recursos naturales. El cual permitiría en menor número de terrenos para la eliminación de estos materiales, asimismo generaría una disminución en demanda de materiales vírgenes necesarios para la construcción de centros urbanos.

Si consideramos que muchas veces estos materiales son depositados en lugares clandestinos no autorizados, como quebradas, espacios públicos y otros lugares.

Este material que es eliminado sin consideración puede ser reutilizado para la generación de un nuevo concreto, que presente propiedades físicas y mecánicas a la del concreto convencional, lo cual permitiría en menor número de terrenos para la eliminación de estos materiales, asimismo generaría una reducción en demanda de materiales vírgenes necesarios para la construcción de viviendas, y se reduciría la contaminación y sobre acumulación de residuos.

El reciclado y reutilización de residuos de construcción y demolición (RCD) se ha intensificado principalmente en los países del primer mundo en los últimos años, enfocándose sobre todo en motivos medio ambientales de la mano con una ascendente concientización de la población.

“Según DIGESA EL 70% de los desechos se ubican en zonas de esparcimiento, botaderos informales e inclusive en las calles, lo que nos dice que se presenta un alto grado de impacto sobre la naturaleza” (DIGESA, 1998, p. 116).

“En la actualidad en el Perú el distrito con más índice poblacional es San Juan de Lurigancho en el cual se desechan 953,602.000 toneladas de escombros a diario (Sociedad Peruana de derecho Ambiental), asimismo según el último censo realizado INEI (2007) afirma que el 85.87 % de las edificaciones simbolizan a las casas en la modalidad de independientes, a partir de lo referido por ser el distrito más poblado tiene una mayor predisposición a la construcción de casas, edificios y centros comerciales, colegios, etc. Por lo cual aumentara a su vez la cantidad de escombros producto de las construcciones y remodelaciones. Frente de este problema algunas instituciones como la oficina de medio ambiente, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento han desarrollado ciertas normas para llevar a cabo la evaluación de los residuos de construcción y demolición que se encuentren alojados en espacios públicos con la intención de llevar un mejor manejo de residuos sólidos en el distrito de San Juan de Lurigancho”.

“Frente a este problema la presente investigación busca hallar el comportamiento mecánico del concreto con agregados reciclados de demolición para que de esta forma reducir la contaminación e impacto sobre el medio ambiente”.

En base a la realidad problemática mencionada se describe el problema general y los problemas específicos de la investigación. Se menciona el problema general el cual es ¿Cuál será el resultado al analizar el comportamiento mecánico del concreto, con agregados reciclados de demolición?

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- **PE 1:** ¿Cuál es la característica del agregado reciclado proveniente de demolición y del agregado natural de cantera?
- **PE 2:** ¿Cuáles son las variaciones de las propiedades mecánicas del concreto elaborado con agregados reciclados?
- **PE 3:** ¿Cuál es la factibilidad del agregado grueso derivados de demolición en la producción de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ?

Hoy en día, el uso de agregados proveniente de los restos de construcción y demolición, conforma una evaluación ya que en los últimos años obtuvo un nivel muy importante. De tal modo, que también está siendo una práctica segura para acercarse al problema de los RCD y ayudar a dar una solución sobre el problema del impacto ambiental que generan los escombros.

En México la práctica del reciclaje de residuos de construcción y demolición, para la producción de los materiales (agregados reciclados) y reemplazar a los agregados naturales, ya es un trabajo que está siendo usado, de tal manera, que ya no acaban con las canteras de materiales pétreos, que cada día es mucho más escasa en México.

En nuestro país, hay gran cantidad de residuos de construcción y demolición que es arrojado, que es causado a partir de desastres naturales, demolición de estructuras, etc. Conllevando esto a un impacto ambiental negativo.

En países europeos la utilización de los agregados procedente de los RCD están siendo incluido hasta un 30% para la elaboración del concreto y el resto es de agregado natural, y sin tener que hacer cambios en los diseños del concreto usual; en nuestro país no tenemos un porcentaje del empleo del concreto de residuos de construcción y demolición, de tal manera que no podríamos utilizar la misma proporción del 30% como en los países de Europa, debemos saber que en los países europeos el concreto tiene mucha diferencia a los de nuestro país, los cuales tienen una resistencia mucho mayor  $F'c= 400 \text{ kg/cm}^2$ , sabiendo que los agregados pétreos son diferentes a los que

hay en nuestro país. Es por ello que el material adquirido del concreto reciclado de los países de Europa tiene mayores propiedades físicas y mecánicas a lo comparado con el material obtenido procedente del concreto reciclado de nuestro país.

La Justificación Teórica es principalmente cuando el estudio, va a generar un debate y concientización en lo académico, sobre información real, comparar teorías, y analizar los resultados obtenidos en dicha investigación.

Por tal motivo, nuestra investigación es respaldada por tesis reales y de gran relevancia a nivel nacional e internacional, y así evaluar la vinculación que hay en las variables para luego saber que la hipótesis planteada es idónea o nula para nuestra investigación.

La justificación metodológica esta dado en el momento que la investigación ofrece un método o táctica nueva, para generar una idea correcta y fiable.

Es por ello que, en nuestra investigación y para cumplir los objetivos propuestos, seguiremos métodos y pautas de metodología de investigación, los cuales nos brindaran herramientas y guías para un buen procedimiento de datos con la finalidad de conseguir un informe el cual nos ayude a demostrar que la hipótesis planteada en nuestra investigación es real y confiable.

La justificación tecnológica está dada por el diseño y preparación de métodos, herramientas y equipos para la obtención de beneficios económicos, industriales y científicos. El cual fortalecerá y dará un mayor desarrollo a los procedimientos en la producción en general de una investigación.

Por lo tanto, la justificación tecnológica de este proyecto será el uso de un laboratorio de ensayos de probetas de concreto, haciendo uso de sus herramientas y equipos para obtener los resultados esperados en la investigación.

La justificación económica nos indicara mediante esta investigación conocer si el uso de agregados reciclados de residuos de construcción y demolición es más económico, que el agregado natural. También se hará un análisis si en concreto con agregado reciclado es más económico que el concreto con agregado natural.

Se presenta la hipótesis general de la investigación la cual es El comportamiento mecánico del concreto con agregado reciclado de demolición, presenta una resistencia

igual que el agregado natural. Las hipótesis específicas de la investigación son las siguientes.

- **HE1:** Las Características físicas que presente el concreto con agregado reciclado frente a las propiedades del concreto con agregados de cantera serán inferiores.
- **HE2:** Las propiedades mecánicas del concreto con agregado reciclado y el agregado natural no variaran significativamente.
- **HE3:** El agregado grueso reciclado procedente de demoliciones no resulta factible en la producción de concreto.

El objetivo general es Determinar las variaciones que presenta el concreto con agregados reciclados, ensayando con diferentes cantidades de agregados gruesos reciclados. Para así determinar sus propiedades y pueda ser empleado en construcciones de viviendas unifamiliares en San Juan de Lurigancho.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- **OE1:** Determinar las características del agregado reciclado de demolición y de los agregados naturales de cantera, para identificar la variación que se presenta entre ambos materiales.
- **OE2:** Analizar las propiedades mecánicas del concreto con agregados naturales asimismo del concreto con agregados reciclados, mediante ensayos realizados en laboratorio.
- **OE3:** Determinar la factibilidad del agregado grueso reciclado procedente de demoliciones en la producción de concretos.

## **II. MARCO TEÓRICO**

En el presente capítulo se muestra el marco teórico, donde se presentarán antecedentes previos nacionales e internacionales, asimismo conceptos fundamentales los cuales se emplearán para esta investigación.

(Cruz García & Velázquez Yáñez, 2004), tienen como objetivo principal llevar a cabo un análisis de los comportamientos de residuos de construcción y demolición, principalmente de los restos de concreto para poder utilizarlo como agregado en la elaboración de concreto, y así para poder detallar en que parte de la construcción se podrá utilizar, siempre y cuando del tipo de resistencia que este obtenga “f’c” a la edad de los 28 días de fraguado.

(Vidaud Quintana, 2015), comenta que su capacidad de resistencia del concreto tradicional incrementa con la reducción de la relación agua/cemento, de lo dicho anterior no se podrá aplicar en la elaboración de concreto reciclado. En la elaboración del concreto reciclado, su resistencia va a depender del tipo de la calidad del agregado reciclado a utilizarse. Con este conocimiento, si un agregado reciclado es de bajo rango de sus características físicas (debido a que el concreto original tuvo una resistencia baja), por lo tanto, se tendrá un concreto reciclado con una condición de resistencia muy baja y no aumentara su resistencia pese a que se reduzca la relación agua/cemento; por el contrario, cuando el agregado es de alta calidad de resistencia (debido a que el concreto original tuvo buena capacidad de resistencia), y en la elaboración del concreto reciclado su resultado alcanzara la resistencia igual, al de la proporción con la relación agua/cemento va a ser igual al de los concretos tradicionales.

(VANEGAS CABRERA, y otros, 2008) Tiene como objetivo hallar las propiedades mecánicas y físicas de la mezcla de concreto, usando el concreto reciclado a manera de agregado grueso y para luego hacer la comparación con el concreto tradicional de igual proporción. Por lo tanto, para el desarrollo de este estudio se usó el agregado triturado de probetas, que fueron sacados de un laboratorio, con el cual se hizo 3 diseños de mezcla, y cada una con distintas cantidades de los materiales gruesos de reciclaje, así se fabricó los diseños de probetas, para luego someterlos a ensayos; por ultimo concluimos que lo investigado, en el diseño con los materiales de reciclaje obtienen una mínima reducción en su resistencia y también que el agregado reciclado afecta las cualidades de trabajabilidad, humedad y absorción, esto es generado cuando se incrementa la cantidad del material reciclado.

Nacionales

(Jordan Saldaña y Viera Caballero, 2014), tiene como propósito final saber el procedimiento de variación, en cuanto al comportamiento del concreto reciclado en una estructura, producidos con diferentes porciones de los agregados reciclados para luego determinar su resistencia a la compresión.

Hoy en día, el reciclaje de residuos de construcción y demolición, su uso es aplicado en muchos países de Europa tales como: Alemania, Japón, Estados Unidos, etc. Siendo procesado el RCD (triturado), para después ser reutilizado como agregado; esta técnica para el reciclaje de los residuos de construcción y demolición mediante la trituración mecánica, ya está apto y su proceso es económico. Esta tecnología puede ser usada en países desarrollados y a su vez también en países en vía de desarrollo, con más conocimientos e investigación se podría alcanzar que los agregados reciclados sean usados frecuentemente, y así, dejar de explotar las canteras que con el paso del tiempo cada vez es más escaso. Por otro lado, también con el uso de los agregados reciclados de RCD se disminuirá el impacto medioambiental en el mundo.

(Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible-Wbcsd, 2009), el proceso del reciclaje de residuos de concreto y demolición en algunos países de Europa es una producción que lo utilizan constantemente, el concreto es triturado y reusado como agregado grueso. Esta técnica sobre el reciclaje por intermedio de la trituración mecánica, ya es aceptada y su proceso es económico. Esta técnica se puede implementar en los países desarrollados, así también en países en vía de desarrollo. Mediante un estudio y avance en la importancia del manejo adecuado de los agregados reciclados se podrá tener mayor profundidad en el uso de los agregados reciclados; aunque con esta tecnología que ya existe, será viable lograr importante crecimiento en la contribución de la restauración en muchos países, con más incremento del público a favor de los agregados reciclados y una disminución en las creencias equivocadas y desconocimiento de sus probables usos.

(Marroquin Muñoz, 2012), habla sobre los materiales reciclados, que se puede utilizar en lugares donde los agregados naturales son difíciles de obtener. El cual tiene como propósito la de generar un nuevo concreto apoyándose en el reemplazo de los recursos de agregado natural los cuales son no renovables por los agregados de residuos de construcción y demolición. Es aceptable, hoy en día, la obligación de proteger y de

ayudar a la mejoría del medio ambiente y a la vez la conservación de nuestra naturaleza y del paisaje, para ello anima al sector de la construcción al control de los RCD, en el ámbito de una adecuada gestión, y en el mejor de los casos disminuir el exceso de los residuos de construcción y demolición, y así, hacer posible su reciclado y por último reusarlo como agregados reciclados.

Es apropiado evaluar las ventajas de usar el reciclaje de RCD para el desarrollo sostenible y el cuidado sobre el impacto ambiental, las ventajas de RCD son las siguientes:

Mediante el uso de RCD se disminuye el vertimiento de residuos de concreto, el concreto reciclado puede ser reutilizado en la misma zona que se genera, produciendo un menor consumo de energía en el transporte y también en la producción de agregados. Por otro lado, ayuda a la mejora de la calidad del aire mediante la disminución de emisiones de las fuentes de transporte.

Otro beneficio de los RCD, sería en el tema económico esto es debido a que mientras más reutilizamos los agregados reciclados, no explotaremos los materiales naturales.

Concreto. Es un material usado en el ámbito de la construcción, el concreto es obtenido de la unión de 3 elementos, los cuales son: el primordial elemento es el cemento portland, el cual ocupa el 7% hasta un 15% de la mezcla; el cemento tiene características de adherencia y cohesión, obteniendo una buena resistencia a la compresión. El segundo componente es el agua, el cual tiene 14% a 18% que ocupa en la mezcla, su función es de hidratar el cemento por medio de reacciones químicas. Y por último son los agregados gruesos y finos los cuales se les caracteriza por materiales inertes, su forma puede ser granular y artificial, y los podemos encontrar en partes finas (arena) y partes gruesas (grava).

Estos materiales (agregados) ocupan la mayor parte de la mezcla para la elaboración del concreto entre un 59% a 76%. También se puede agregar otros materiales secundarios como: escorias de altos hornos, puzolanas, etc. Estos materiales ocupan entre el 1% al 7% del volumen de la mezcla de concreto.

Por último, debemos saber que el concreto es un material resistente, durable y adherente.

En un diseño de mezcla para concreto el agregado tiene que ser de buena calidad para el buen comportamiento y durabilidad del concreto.

Principales propiedades físicas de los agregados.

- **Peso unitario.** Conocido también como peso volumétrico, y es la relación entre un valor de una muestra de agregado y la capacidad del recipiente en el que está almacenado el agregado. El peso unitario o volumétrico, está relacionado con un valor de la muestra de agregado y la capacidad del recipiente en el que está

almacenado el agregado. El peso unitario o volumétrico se mide en kg/cm<sup>3</sup>, y se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{peso unitario} = \frac{ps}{vs}$$

Donde:

*ps* = peso del material.

*vs* = volumen del recipiente.

En el volumen del recipiente también está incluido la masa de las partículas, la masa de los poros de las partículas saturadas y no saturadas, y, por último, la masa de los espacios de partículas y partículas. El volumen del material va a depender también de acuerdo a la compactación y su densidad de los materiales.

Por lo tanto, el peso volumétrico demuestra el tipo de calidad del agregado y si es conveniente el agregado para su uso en la elaboración del concreto.

Clasificación del peso unitario mediante su grado de compactación.

- **Peso unitario apisonado.** Se denomina al peso unitario o volumétrico apisonado al grado de compresión de las partículas de los agregados, después de ser sometidos a un apisonamiento o vibración, y mediante este proceso se mejora la colocación y la masa del peso volumétrico. La mayor importancia del peso unitario o volumétrico apisonado mediante la obtención de su valor, es que se puede determinar el peso de sus agregados en el diseño de mezcla y las partículas del agregado quedaran entrecruzados dentro de la masa de concreto”.
- **Peso unitario suelto.** El material es encontrado en su fase original de reposo y su volumen es mayor, en consecuencia, el valor unitario va a ser de menor compactación. Por lo tanto, la masa unitaria suelta es fundamental, pues mediante esta forma se movilizan los materiales en estado suelto. Por último, la cantidad de volumen usado en la elaboración de la mezcla producida, colocada y apisonado, el cual no es de igual volumen trasladado.

**Granulometría.** Es definida como la repartición de las partículas en una cantidad de volumen de los agregados, y se determina por ensayos de granulometría que consiste en seleccionar las muestras de volumen en partes de igual tamaño y visualizar que porción va a ocupar la muestra de la masa.

Para considerar una buena granulometría de los agregados para la elaboración de concreto, se tiene que hacer una serie de estudios, entre uno de los estudios que podemos aplicar para una buena granulometría será la del principio de gradación Fuller y Thompson. El estudio nos da a conocer un mejor potencial de acomodar y compactar los granos de los materiales y así tener una alta consistencia y como resultado obtener una alta resistencia del concreto. El principio de Fuller y Thompson proponen que la curva de gradación se debe adecuar a diferentes pesos que hay en un funcionamiento parabólico en su grano fino.

Ecuación de la curva de gradación:

$$\frac{(y - b)^2}{b^2} + \frac{(x - a)^2}{a^2} = 1$$

Donde:

Y = porcentaje de material pasante por el tamiz x

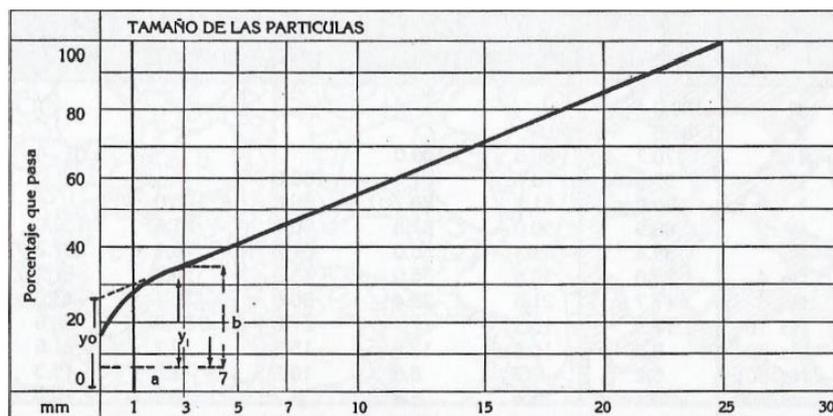
a, b = constante que representa los ejes de la elipse. Sus valores son los siguientes:

**Tabla 1.** Valores constantes que representan la parte parabólica de la ecuación Fuller-Thompson

Clase de material	A	B
Agregados de canto rodado	0.164 D*	28.6
Arena natural y grava triturada	0.150 D*	30.4
Arena y grava triturada	0.147 D*	30.8

**Fuente:** ACI-comite211

D: máximo altura del agregado.



*Figura 1 Curva de gradación Fuller – Thompson.*

Para solo conocer la curva del material, el cual tiene que descontarse el peso del cemento usado en cada uno de los casos y luego coger lo que sobra como un 100%. Al efectuar se obtendrá la parábola de Fuller – Thompson para luego expresarlo en la ecuación siguiente:

$$p = 100 * \sqrt{\frac{d}{D}}$$

Donde:

P = % del material el cual va a pasar por el tamiz de agujero d.

D = máximo tamaño del agregado.

d = apertura de cada tamiz.

Forma. Los agregados gruesos tienen diferentes formas, algunas de estos son: redondas, angulares, irregulares, etc. Los perfiles del agregado grueso cumplen un rol principal en la elaboración de la mezcla, debido a que la resistencia al apisonamiento de la mezcla, el cual no depende solo de una buena granulometría, sino que es de acuerdo al orden de acomodamiento de las partículas del agregado.

Textura. Los granos del agregado grueso en ocasiones afectan las características del concreto, principalmente en la adhesión de los granos del material y cemento. Debemos saber que en una porción de agregado hay diferentes texturas como son: cristalina, granular, lisas, etc.

Peso específico. Llamado también densidad, y es definida por la conexión entre un peso y el volumen de una masa establecida. Las partes que integran esta masa, poros o cavidad; los cuales pueden estar vacíos, también ocupados o saturados de agua.

Se encuentran distintos pesos específicos como:

Peso específico nominal. Llamado asimismo densidad nominal, y está dado por la conexión de la carga de la masa del material y volumen el cual ocupa las porciones del agregado, incluyendo los poros no saturados. Para obtener el valor se usa la siguiente ecuación:

$$\text{peso específico nominal} = \frac{ps}{Vm - VPs}$$

Donde:

$ps = \text{peso seco de la masa } m$

$Vm = \text{volumen que ocupa la masa } m$

$VPs = \text{volumen ocupado de poros saturados}$

Peso específico aparente. Llamado también densidad aparente, es ocupado por la conexión del peso del volumen del agregado y la capacidad ocupante de las porciones del agregado, incluyendo en esta masa los poros saturados y no saturados. Y para hallar este resultado se usa la siguiente ecuación:

$$\text{peso específico aparente} = \frac{Ps}{Vm}$$

Donde:

$Ps = \text{peso seco de masa } m$

$Vm = \text{volumen ocupado por la masa}$

Capacidad de absorción. Está definida sobre la cantidad de poros que se encuentra en las porciones del material, su dimensión, masa. Mediante las propiedades dichas anteriormente, estas nos dicen cómo podemos hallar un material en su forma natural (con su capacidad de humedad), también lo podemos encontrar en condiciones secas. Estas condiciones van a depender por el espacio de permeabilidad en las partículas y es calculado por las diferencias de pesos.

$$\% \text{ absorcion} = \frac{Psss - Ps}{Ps}$$

Donde:

$Psss = \text{peso de muestra saturada superficialmente seco.}$

$Ps = \text{peso seco de la muestra.}$

Podemos definir a las Propiedades mecánicas del concreto como las siguientes.

- Resistencia a la compresión. Es la resistencia más importante del concreto, mediante el cual se efectúa el cálculo estructural. Su función es la de hallar la resistencia máxima media mediante el ensayo de probetas sometido a carga axial. Para poder hallar la resistencia a la compresión, se tiene que hacer ensayos de especímenes de concreto a los 7, 14, 28 días de endurecido el concreto bajo previo requerimiento de control de humedad, y es expresado por las unidades en Mpa, kg/cm<sup>2</sup>, y el símbolo de la resistencia a la compresión está dado por  $f'c$ .
- Asentamiento. Después de la colocación y compactación del concreto se genera una fase el cual es el asentamiento o segregación, es cuando las partes de los agregados disminuyen y el conglomerado de cemento estimado elemento de menor densidad tiende a subir. El proceso de segregación en el concreto es algo indeseado, debido a que origina la separación de los materiales, generando que en la superficie superior se forme una capa de baja resistencia y muy poco durable producido por el exceso de concentración de agua.

Componentes del concreto.

Cementó portland. La definición del cemento portland según el reglamento nacional de edificaciones RNE e-0.60, nos dice que es un producto elaborado de la obtención de la trituración de Clinker Portland en un porcentaje considerado eventual de sulfato de calcio. Asimismo, se puede adicionar productos siempre y cuando no exceda el 1% del peso total. También se puede tener en cuenta otros productos siempre y cuando cumplan con los requisitos de la norma, sin afectar las características del cemento resultante. Todas las adiciones tienen que ser pulverizado en conjunto con el Clinker.

Agregado reciclado. La definición de la NTP 400.037, sobre el agregado procedente del reciclaje que es un material producido por el proceso de los materiales inorgánicos usados en la construcción.

Agregado fino. Para la NTP 400.037, precisa al material fino como procedente de la separación natural o artificial, estos deben pasar la malla estándar 9.5mm (3/8) el cual debe cumplir con lo indicado en la NTP.

Agregado grueso. Para la NTP 400.037 define al agregado grueso como procedente de la separación natural o artificial de las rocas, y que tienen que ser retenido en el tamiz normalizado 4.75mm (N°4) y que tienen que obedecer lo indicado en esta norma.

### **III. METODOLOGÍA**

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

#### **3.1.1. Método**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010) la presente investigación se presenta como Experimental ya que se realizará la manipulación de la variable independiente para estudiar el posible efecto o consecuencia en esta.

En esta investigación se analizará el comportamiento que presenta un concreto con agregados reciclados de demolición asimismo determinar las variaciones que presenta con respecto a un concreto de tipo convencional.

#### **3.1.2. Tipo**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010) en sus investigaciones mencionan que la investigación es aplicada porque se solucionara un problema practico.

El tipo de investigación de este proyecto es: Aplicada ya que se harán empleo de teorías de propiedades de concreto.

El enfoque de la investigación es cuantitativo debido a que se presenta de forma secuencial y cada paso antecede al posterior, asimismo se requiere de obtención de datos con el fin que sirvan para probar teorías.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010) El nivel de este proyecto es de modo explicativo ya que busca entender la respuesta a las causas a sucesos que son muestra de investigación (p.106)

### **3.2 Variables y Operacionalización**

**Variable 1:** Agregado reciclado procedente de demoliciones

**Variable 2:** Estudio del comportamiento mecánico del concreto

**Tabla 2 Operacionalización de la variable 1**

<b>VARIABLE 1</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
Agregado reciclado procedente de demoliciones	El agregado reciclado es derivado de los residuos de construcción y demolición, donde el concreto pasa por una fase de trituración, mediante este proceso se genera las partículas que deben ser igual al de un agregado grueso natural.	- recolección de los RCD en el distrito de SJL. - Se procede a la limpieza y selección de los materiales acumulados. - Se hace el proceso de trituración, para luego hacer la selección granulométrica conveniente del material. - Por último se realiza las pruebas físicas del agregado natural y también de los agregados reciclados procedentes de la trituración.	Características físicas del agregado.	-Granulometría -Humedad -Peso Específico -Absorción -Peso Unitario

**Fuente:** Elaboracion Propia

**Tabla 3 Operacionalización de la variable 2**

<b>VARIABLE 2</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
Estudio del comportamiento mecánico del concreto	Se define como las propiedades físicas y mecánicas de concreto, estas propiedades determinan la condición, y la resistencia y la moldeabilidad de esta.	- los ensayos se efectuarán con el concreto en condición fresca. - Se harán 8 probetas de cada grupo. - Se efectuaran ensayos a la resistencia a la compresión a las probetas realizadas.	Características físicas mecánicas del concreto	- Resistencia a la Compresión - Asentamiento

**Fuente:** Elaboracion Propia

### **3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.**

#### **2.3.1 Población**

La población que se tomara para la presente investigación es de tipo infinito dado que no se presenta una cantidad establecida para el número de probetas que se pueden realizar para los ensayos que se ejecutaran en la presente investigación, es por ello que el número de probetas dependerá únicamente de la condición económica de los investigadores.

#### **2.3.2 Muestra**

La muestra que se tomara para la siguiente investigación siendo esta de tipo no probabilística e intencional y por elección de los investigadores, en el presente caso se tomara una muestra de 24 de probetas, 8 por cada grupo de concreto, que serán elaborados con agregado grueso natural y agregados reciclados en diferentes cantidades, para lo cual se realizaran ensayos de resistencia a la compresión, asimismo de asentamiento y peso unitario de acuerdo a las dosificaciones de los agregados y respetando lo establecido por las Normas Técnicas Peruanas NTP.

#### **2.3.3 Muestreo**

No probabilístico de conducta intencional se elegirá un subconjunto de un conjunto superior, en el presente caso se utilizará un total de 24 de probetas.

#### **2.3.4 Unidad de Análisis**

Las probetas que serán sometidas a ensayos de resistencia a la compresión.

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

#### **Técnicas**

El laboratorio que se utilizará para la realización de los ensayos será el de la universidad Nacional Agraria La Molina siendo esta una institución pública cuya finalidad es

brindar el apoyo en acciones de carácter académico e investigación de la carrera a la que se representa en este caso la facultad de Ingeniería Civil.

### **Instrumentos**

Se realizaron ensayos de mecánica de suelos en el laboratorio de la universidad Nacional Agraria La Molina donde se obtuvieron los datos granulométricos del agregado natural, agregado reciclado y agregado fino, asimismo se obtuvo el peso específico, el porcentaje de absorción, humedad, peso unitario suelto y peso unitario compactado y se realizó un diseño de mezcla para un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>, todos los datos obtenidos por el laboratorio fueron elaborados bajo las normal correspondientes.

- Máquina universal de ensayos a compresión kg/cm<sup>2</sup>
- Balanza electrónica con una aproximación de 0.5 gr
- Cono de Abrahán
- Tamiz de 3/4", 1/2", 3/8" y n°4

### **3.5 Procedimientos**

El procedimiento que se utilizó para el presente proyecto se basa en la recolección de desechos de concreto, provenientes de demolición de edificaciones en la Urb San Carlos del distrito de San Juan de Lurigancho en el presente año 2018.

Los desechos que se demolición será llevado a una planta de trituración ubicado en el distrito de Jicamarca, de los cuales se obtendrá 3 tamaños de agregado en función de su granulometría y siendo filtradas por los tamices (3/4", 1/2", 3/8" y n°4) se prescindió de utilizar lo pasante por la malla n° 4 para su uso en concreto por la presencia de alto porcentaje de mortero que presenta.

Lo pasante por la malla n° 4 altera de manera negativa en las características de concreto como el módulo de elasticidad asimismo la resistencia y el asentamiento.

Cuando el agregado sea triturado y pasado por el tamiz se llevará a cabo la preparación de la mezcla de concreto ensayando con distintas cantidades de agregado grueso reciclado.

Las 24 probetas que se serán preparadas con esta mezcla serán sometidas a ensayos a los (7, 14 y 28 días).

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

#### **Selección de material**

Los desechos de demolición deben ser seleccionados minuciosamente con el fin de evitar que se incluyan otros agentes contaminantes como, restos de madera, plástico, cartón, desechos orgánicos e inorgánicos, etc.

A primera impresión la mejor manera de evitar la presencia de estos desechos en el material que se seleccionara es realizar un estudio visual de estos para verificar en primer lugar el color del material, olor, si se nota mala presencia, etc.

#### **Trituración del concreto**

Para obtener el agregado grueso reciclado que será utilizado en la elaboración de las probetas se triturara 250 kg de desechos de demolición, los cuales serán trasladados a una planta de trituración que se encuentra en el distrito de Jicamarca, luego de ello dicho material serán pasados por los tamices correspondientes (1", 3/4", 1/2", 3/8") según recomienda el autor BEGLIARDO el material que se filtre por la malla n° 4 influye negativamente en algunas propiedades del concreto. (BEGLIARDO, 2011 pág. 25).

#### **Características físicas del agregado grueso reciclado**

Es posible afirmar que una de las diferencias más sobresalientes entre el agregado reciclado y el agregado natural es la gran cantidad de mortero de cual está compuesto el agregado reciclado procedente de la estructura anterior, el mortero presente en estos agregados ocasiona que muestre propiedades desiguales a los naturales, como puede ser menor densidad asimismo menor resistencia. Si nos referimos a la granulometría esta solo dependerá del sistema de trituración que se haya utilizado.

#### **Granulometría del Agregado Reciclado.**

Las partículas granulométricas de los agregados reciclados van a depender primordialmente de acuerdo con el método del procedimiento del triturado para la obtención del material granular reciclado. Por lo general la trituración mediante maquinas es más adecuado por que disminuye los costos y lo más importante es que se llega a la obtención de un agregado de igual tamaño.

Por tal motivo en el presente estudio que realizaremos se hizo de los servicios de una trituradora industrial, es así que mediante la trituración se obtuvo un material de igual tamaño y menos cantidades de finos.

### **Características físicas del agregado grueso Natural**

El agregado Grueso Natural será extraído de la cantera de las Flores cuyo volumen máximo será 1”.

Para la elaboración de las muestras hicimos uso de agregado fino procedente de la cantera Las Flores.

### **Diseño de mezcla del concreto producido con agregado grueso natural y reciclado.**

La dosificación para concreto con agregado reciclado busca precisar las proporciones óptimas de agua, cemento y agregados de tal manera que se pueda conseguir la resistencia adecuada a los 28 días de edad.

Para la tesis en estudio se tomará como método el ACI – COMITÉ 211 con el cual se pretende conseguir una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Para la elaboración de un concreto con agregado reciclado el contenido de agua es mucho mayor; que para un concreto elaborado con materiales naturales, esto es debido a que el material reciclado tiene una mayor absorción y por tal motivo si se aumenta el porcentaje del material reciclado se aumentara el porcentaje de agua.

Para la presente investigación se usará el cemento Portland tipo 1 marca SOL, el cual consta con todos los requisitos de Norma Técnica Peruana NTP 334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150. Bolsa de papel (3 pliegos) de 42.5 kg.

### **Elaboración de las probetas de concreto.**

En la presente investigación se procedió a la elaboración de 24 muestras de probetas con medidas de 30 cm de altura y 15 cm de diámetro, siguiendo la norma técnica peruana NTP. En la primera etapa se elaboró 8 probetas de concreto con un porcentaje de agregados natural del 100%, en la segunda etapa se procedió a la elaboración de 8 probetas de concreto con un porcentaje de material natural de un 50% y un 50% del

material reciclado, y finalmente 8 probetas de concreto con un porcentaje del 100% de agregado reciclado.

### **3.7 Aspectos Éticos**

El proyecto de investigación se desarrolló siguiendo las pautas y normal brindadas por la Universidad Cesar Vallejo, también respetando el derecho intelectual de diferentes autores, de modo que, al usar las ideas de estos se les citara, de igual manera nosotros como investigadores del presente proyecto de investigación tenemos que respetar los resultados y tener en cuenta los datos asumidos.

## **IV RESULTADOS**

## **Resultados Logrados**

“El análisis de la obtención de los resultados alcanzados se divide en tres fases, en las cuales se mostraran los resultados de los grupos estudiados ( P, A y B) en el análisis de la primera fase de esta investigación se puede observar los ensayos de propiedades de los agregados, en la segunda fase de muestra los resultados del concreto en estado fresco y endurecido, y por último en la tercera fase se explica a detalle la viabilidad del concreto generado con agregado grueso reciclado”.

**La primera parte:** Los ensayos de la primera fase de propiedades de los agregados se realizaron cumpliendo con las técnicas y métodos estipulados por norma técnica peruana.

**La segunda parte:** En esta segunda fase de ensayos se realizará la inspección del concreto en estado fresco y endurecido los cuales son:

La evaluación del asentamiento se realizó con el cono de Abrams, cabe mencionar que se realizó la medición para los tres grupos en estudio (P, A y B) realizando todo de acuerdo a lo estipulado por las normas peruanas.

En el caso de los ensayos de los ensayos de peso unitario se efectuarán cuando el concreto se encontraba en un estado fresco para ello se requirió de un recipiente y una balanza calibrada, de igual manera se efectuó para los tres grupos de estudio.

Para los ensayos de resistencia a la compresión se requirió elaborar 24 probetas cilíndricas de medidas de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura. Finalmente se realizaron los ensayos con las 24 probetas elaboradas ( 8 por cada grupo ) las cuales serán sometidas a compresión en tres etapas ( 7, 14 y 28 días) se realizó el estudio con dos probetas por cada grupo de las cuales se pudo obtener un coeficiente de resistencia.

**La tercera parte:** En la siguiente fase se pretende por ultimo verificar la viabilidad del concreto que se elaboró con agregados gruesos reciclados, tanto la viabilidad económica ambiental y técnica.

## Ensayos de Laboratorio (Características de los Agregados)

En breve se mostrará las características de los agregados que serán parte de este estudio

La muestra de agregado que será utilizado para esta investigación fue recolectada de la Urbanización San Carlos, del distrito de San Juan de Lurigancho.

### Granulometría

Recurso a usar

- Agregado grueso Natural
- Agregado grueso Reciclado
- Agregado fino

Equipos a Usar

- Balanza electrónica con una proximidad de 0.5 gr
- Tamices (1 ½", 1", ¾", ½", ⅜", N° 4 y N°8) Agregado grueso
- Tamices (⅜", N° 4 y N°8, N°16, N°30, N°50, N°100) Agregado grueso

Procedimiento

- Se tomó una cantidad de 3,500.00 gr de agregado grueso natural, se utilizó la misma cantidad para agregado reciclado, y para el agregado fino se utilizó una cantidad de 600 gr.
- Se sitúa el material sobre el tamiz superior a continuación se procede a agitar por un tiempo para verificar que las partículas logren pasar por los tamices.
- Se pesa cada tamiz con el material que quedo retenido en este.

### Granulometría del agregado grueso Natural

*Tabla 4 Análisis Granulométrico Agregado Grueso - Ntp 400.012*

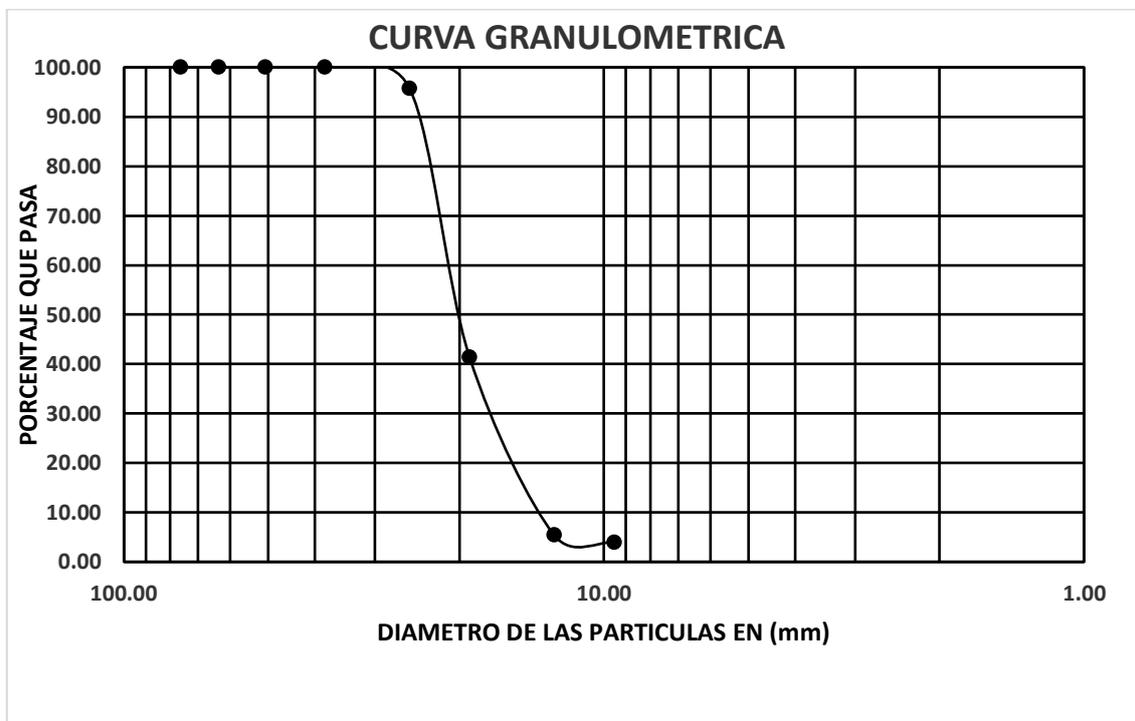
MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00

2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	147.92	4.23	4.23	95.77
¾"	19.05	1902.14	54.35	58.57	41.43
½"	12.70	1261.19	36.03	94.61	5.39
⅜"	9.53	52.57	1.50	96.11	3.89
N° 4	4.75	49.74	1.42	97.53	2.47
N° 8	2.36	43.88	1.25	98.78	1.22
<b>FONDO</b>		42.56	1.22	100.00	0.00
TOTAL		3500.00			

**Fuente:** Elaboracion Propia

El porcentaje de fallo se encuentra en 0.05 según la norma NTP 400.012.

### Curva Granulométrica



**Figura 2:** Curva granulométrica agregado grueso natural

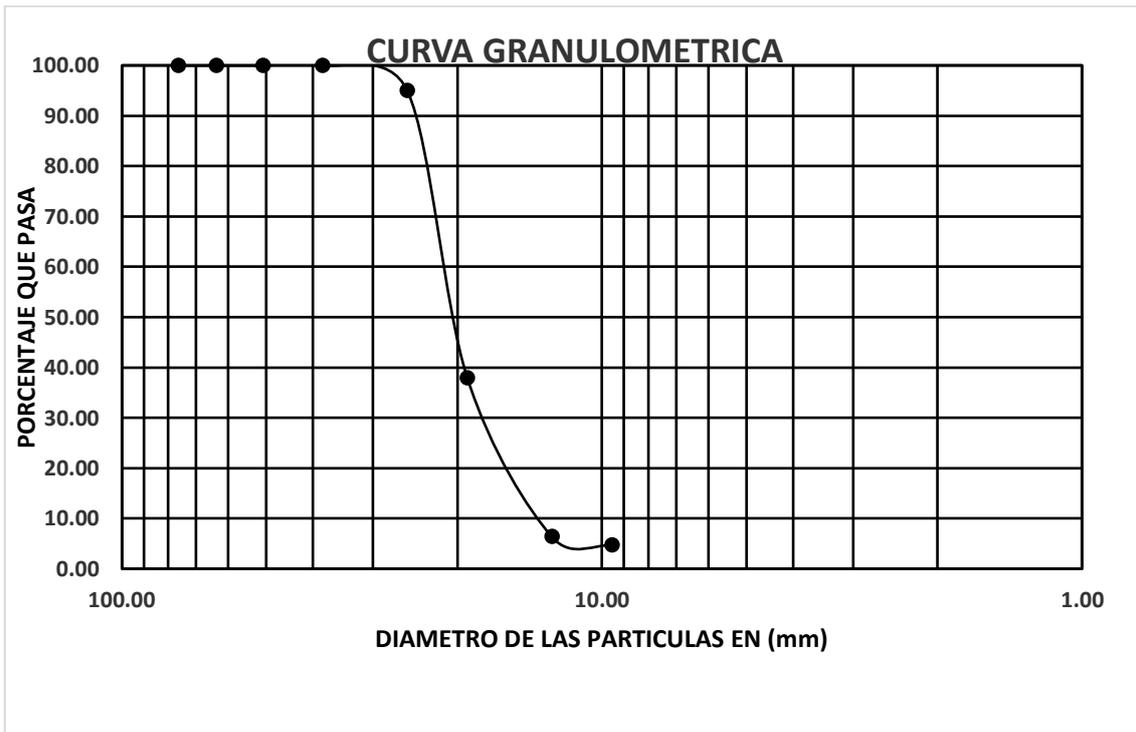
### Granulometría del Agregado grueso reciclado

**Tabla 5. Análisis Granulométrico Agregado Grueso reciclado - Ntp 400.012**

MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	176.62	5.05	5.05	94.95
¾"	19.05	1998.08	57.09	62.13	37.87
½"	12.70	1103.15	31.52	93.65	6.35
⅜"	9.53	58.95	1.68	95.34	4.66
N° 4	4.75	55.42	1.58	96.92	3.08
N° 8	2.36	53.55	1.53	98.45	1.55
FONDO		54.23	1.55	100.00	0.00
TOTAL		3500.00			

Fuente: Elaboracion Propia

**Curva Granulométrica**



**Figura 3:** Curva granulométrica agregado grueso reciclado.

El porcentaje de agregados que paso por los tamices se encuentra dentro del rango que establece la Norma Técnica Peruana NTP 400.037 en este caso se tomara el tipo de uso 5 ya que se aproxima más según la figura 4.

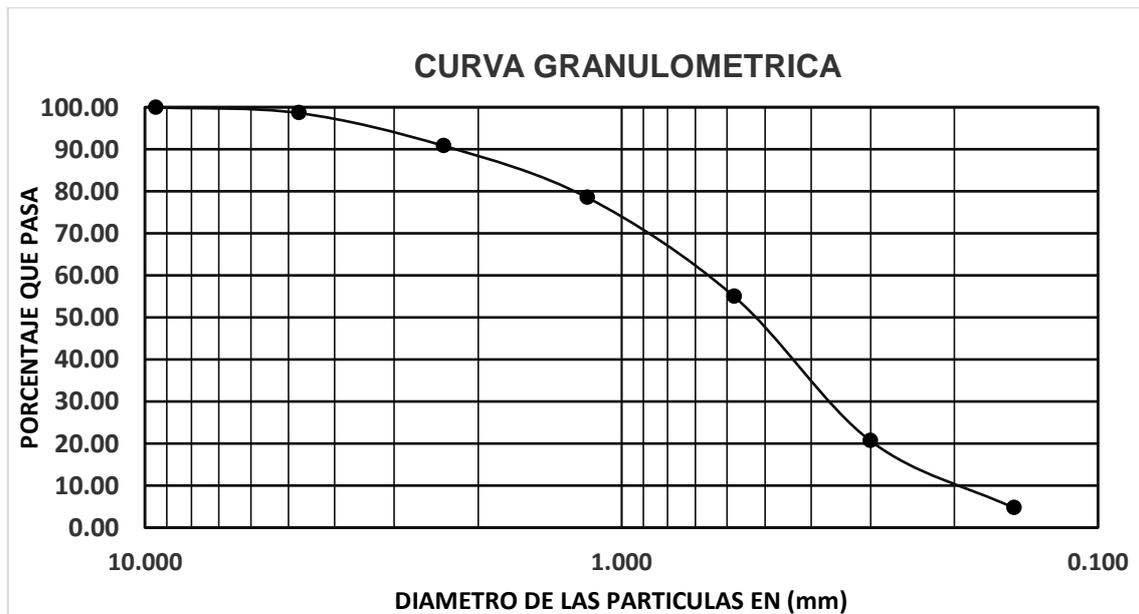
### Granulometría del Agregado fino

**Tabla 6.** Análisis Granulométrico Agregado Fino - Ntp 400.012

MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	8.22	1.37	1.37	98.63
Nº 8	2.360	46.74	7.79	9.16	90.84
Nº 16	1.180	73.68	12.28	21.44	78.56
Nº 30	0.580	141.24	23.54	44.98	55.02
Nº 50	0.300	206.04	34.34	79.32	20.68
Nº 100	0.150	95.76	15.96	95.28	4.72
FONDO		28.32	4.72	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>600.00</b>			

Fuente: Elaboracion Propia

### Curva Granulométrica



**Figura 4:** Curva granulométrica agregado fino.

Abertura (Mm)

**Tabla 7. Porcentaje filtrante por N° de tamiz**

USO	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 1/2 pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 1/2 pulg)	50 mm (2 pulg)	37.5 mm (1 1/2 pulg)	25 mm (1 pulg)	19 mm (3/4 pulg)	12.5 mm (1/2 pulg)	9.5 mm (3/8 pulg)	4.75 mm (n° 4)	2.36 mm (n° 8)	1.18 mm (n° 16)	4.75 mm (n° 50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2 a 1 1/2 pulg.)	100	90 a		25 a		0 a 15		0 a 15						
2	63 mm a 37.5 mm (2 1/2 a 1 1/2 pulg.)			100	90 a	35 a	0 a 15		0 a 15						
3	50 mm a 25.0 mm (2 a 1 pulg.)				100	90 a	35 a	0 a 15		0 a 5					
357	50 mm a 4.75 mm (2 pulg. a N° 4.)				100	95 a		35 a		0 a 30		0 a 5			
4	37.5 mm a 19.0 mm (1 1/2 a 3/4 pulg.)					100	90 a	20 a		0 a 5		0 a 5			
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2 pulg a N° 4.)					100	95 a		35 a		10 a		0 a 5		
5	25 mm a 12.5 mm (1 a 1/2 pulg.)						100	90 a	20 a		0 a 10		0 a 5		
56	25 mm a 9.5 mm (1 a 3/8 pulg.)						100	90 a	40 a	10 a		0 a 15		0 a 5	
57	25 mm a 4.75 mm (1 pulg a N° 4.)						100	95 a		25 a		0 a 10		0 a 5	
6	19 mm a 9.5 mm (3/4 a 3/8.)							90 a	20 a			0 a 15		0 a 5	
67	19 mm a 4.75 mm (3/4 a N°4.)							90 a		20 a		0 a 10		0 a 5	
7	12.5 mm a 4.75 mm ( 1/2 pulg. a N° 4.)								90 a	40 a		0 a 15		0 a 5	
8	9.5 mm a 2.36 mm (3/8 pulg. a N° 8.)									85 a	10 a		0 a 10		0 a 5
89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8 a N° 16.)									90 a	20 a		5 a 30		0 a
9	4.75 mm a 1.18 mm (N° 4 a N° 16.)										85 a	10 a		0 a	0 a 5

**Fuente.** Elaboración propia

## Peso Específico

Se ejecutará con la NTP400.021- NTP.400 0.22.

Recursos a Usar:

- Agregado grueso reciclado.
- Agregado Grueso Natural.
- Agregado fino.

Equipos a Usar:

- Balanza electrónica con una proximidad de 0.5 gr
- Canastilla

Procedimiento

- Se colocara el agregado sobre la balanza este se llamara ( Ws)
- Se colocará el agregado en un recipiente con agua por 24 horas
- Se procede al secado del agregado usando alguna prenda y cuando se haya terminado se pesa el cual se llamara ( Ws)
- Se colocará la canastilla dentro del agua y se pondrá la muestra en este y obtendremos su valor el cual se denominará (Wa)

Datos Obtenidos para peso específico de los agregados

### AGREGADO FINO

$$Pe\ SSS = \frac{W1}{W1+W2-W3}$$

$$Pe = \frac{W}{W1+W2-W3}$$

$$\% A = \frac{W1 - W}{W} \times 100$$

### AGREGADO GRUESO

$$PeSSS = \frac{Ws}{Ws-Wa}$$

$$Pe = \frac{Wseco}{Ws-Wa}$$

$$\% A = \frac{Ws - Wseco}{Wseco} \times 100$$

W: Peso seco del agregado fino	489.2 gr.
W1: Muestra saturada con superficie seca del agregado fino	500.0 gr.
W2 : Picnometro + agua	638.0 gr.
W3 : Picnometro + agua + muestra	961.7gr.

Wseco : Peso seco del agregado grueso	4000.0gr.
Ws : Muestra saturada con superficie seca del agregado grueso	4090.0 gr.
Wa : Peso de la muestra en el agua	2719.0gr.

- Peso específico del agregado natural = 2.92 gr/cm<sup>3</sup>
- Peso específico del agregado reciclado = 2.41 gr/cm<sup>3</sup>
- Peso específico del Agregado fino = 2.31 gr/cm<sup>3</sup>

### Absorción

Para realizar este ensayo se coloca la muestra sobre agua por un tiempo prolongado de 24 horas.

Datos Obtenidos

**Tabla 8.** *Absorción Agregado grueso natural*

% DE ABSORCIÓN		
MUESTRA	Agregado Natural	
$\frac{(W_s - W_{seco})}{W_{seco}} \times 100$	<b>2.25</b>	%
Wseco=P.M. SECA	4000	gr
Ws =P.M.S SECA	4090	gr

**Fuente:** Datos obtenidos de laboratorio

**Tabla 9.** *Absorción Agregado grueso Reciclado*

% DE ABSORCIÓN		
MUESTRA	Agregado Reciclado	
$\frac{(W_s - W_{seco})}{W_{seco}} \times 100$	<b>4.5</b>	%
Wseco=P.M. SECA	4000	gr
Ws =P.M.S SECA	4180	gr

**Fuente:** Datos obtenidos de laboratorio

**Tabla 10.** *Absorción Agregado Fino*

<b>% DE ABSORCIÓN</b>		
MUESTRA	Agregado Fino	
$\frac{(W1 - W)}{W} \times 100$	<b>2.21</b>	%
W =Peso seco del agregado	489.20	gr
W1 = Muestra sat. Con sup seca	500.00	gr

**Fuente:** Datos obtenidos de laboratorio

- Absorción del agregado natural = **2.25 %**
- Absorción del agregado reciclado = **4.50 %**
- Absorción del Agregado fino = **2.21 %**

### **Humedad**

Se tendrá que cumplir con la NTP339.185- ASTM-C566.

Recursos a Usar:

- Agregado grueso reciclado.

Equipos a Usar:

- Balanza electrónica con una proximidad de 0.5 gr
- Horno (de  $110\text{ C}^{\circ} \pm 5\text{ C}^{\circ}$ )
- Cuchara y recipiente.

Procedimiento

- Se coloca el agregado en la balanza será nombrado como (peso A).
- Colocaremos la muestra en el horno por un plazo de 24 horas.
- Tras cumplir este tiempo se aparta la muestra del horno y será llevado a pesar el cual será tomado como (peso B)

Datos Obtenidos

**Tabla 11. Humedad Agregado Natural**

% DE HUMEDAD		
MUESTRA	AG. Natural	
Ph = PESO DEL SUELO HUMEDO	1200.0	Gr
Ps = PESO DEL SUELO SECO	1196.1	Gr
$\left(\frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100\right)$	<b>0.33</b>	%

**Fuente:** Datos obtenidos de laboratorio

**Tabla 12. Humedad Agregado Reciclado**

% DE HUMEDAD		
MUESTRA	AG. Reciclado	
Ph = PESO DEL SUELO HUMEDO	1200.0	Gr
Ps = PESO DEL SUELO SECO	1178	Gr
$\left(\frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100\right)$	<b>1.87</b>	%

**Fuente:** Datos obtenidos de laboratorio

**Tabla 13. Humedad Agregado Fino**

% DE HUMEDAD		
MUESTRA	AG. Fino	
Ph = PESO DEL SUELO HUMEDO	800	Gr
Ps = PESO DEL SUELO SECO	783.9	Gr
$\left(\frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100\right)$	<b>2.06</b>	%

**Fuente:** Datos obtenidos de laboratorio

- Humedad del agregado reciclado = **1.87 %**
- Humedad del agregado natural = **0.33 %**
- Humedad del Agregado fino = **2.06 %**

### **Peso Unitario Suelto y Compactado**

Se realizará según la NTP 400.17 - ASTM-C29.

Recursos a Usar:

- Agregado grueso reciclado.

Equipos a Usar:

- Balanza electrónica con una proximidad de 0.5 gr
- Molde de Proctor
- Varilla de acero (5/8")
- Regla de metal

Procedimiento:

Peso unitario suelto

- Se desprende la mezcla en el molde desde una altura de 6 cm aproximadamente hasta llenarlo, lo restante se elimina con la regla de metal.
- Se llevará a la balanza y este peso será nombrado como (peso 1)
- Se tomará el peso del molde y será nombrado (peso 2)

Peso unitario Compactado

- Se desprende la mezcla en el molde hasta 1/3 de una altura aproximada 3 cm se nivelará con la varilla dando 25 golpes, se repetirá el procedimiento cada vez que se llene 1/3 del molde hasta el ras del recipiente y se eliminara lo restante con la regla de metal.
- Se llevara a la balanza con el agregado compactado en el recipiente y este será nombrado como (peso 1)
- Se tomara el peso del molde y será nombrado como (peso 2)

**Peso Unitario suelto y compactado Agregado Natural**

$$\text{Peso unitario suelto} \quad \gamma_s = \frac{M_s}{V_r}$$

$$\text{Peso unitario compactado} \quad \gamma_c = \frac{M_c}{V_r}$$

**Ms:** Peso del material suelto                      4.226 Kg

**Mc:** Peso del material Compactado              4.824 Kg

<b>Vr:</b> Volumen del recipiente	0.00279 m <sup>3</sup>
<b>Gs:</b> Peso Volumétrico Suelto	<b>1514.7 kg/m<sup>3</sup></b>
<b>Gc:</b> Peso volumétrico compactado	<b>1729.03 kg/m<sup>3</sup></b>

### **Peso Unitario suelto y compactado Agregado Reciclado**

Peso unitario suelto  $\gamma_s = \frac{M_s}{V_r}$

Peso unitario compactado  $\gamma_c = \frac{M_c}{V_r}$

<b>Ms:</b> Peso del material suelto	3.043 Kg
<b>Mc:</b> Peso del material Compactado	3.405 Kg
<b>Vr:</b> Volumen del recipiente	0.00279 m <sup>3</sup>
<b>Gs:</b> Peso Volumétrico Suelto	<b>1090.68 kg/m<sup>3</sup></b>
<b>Gc:</b> Peso volumétrico compactado	<b>1220.43 kg/m<sup>3</sup></b>

### **Peso Unitario y suelto Agregado Fino**

Peso unitario suelto  $\gamma_s = \frac{M_s}{V_r}$

Peso unitario compactado  $\gamma_c = \frac{M_c}{V_r}$

<b>Ms:</b> Peso del material suelto	3.747 Kg
<b>Mc:</b> Peso del material Compactado	4.875 Kg
<b>Vr:</b> Volumen del recipiente	0.00279 m <sup>3</sup>
<b>Gs:</b> Peso Volumétrico Suelto	<b>1343.01 kg/m<sup>3</sup></b>

**Gc:** Peso volumétrico compactado

**1747.31 kg/m<sup>3</sup>**

### Parámetros de diseño

Para emplear un diseño de mezcla es necesario saber para qué fin será utilizado el concreto a crear. De acuerdo al trabajo de investigación tiene la siguiente finalidad:

**Tabla 14.** *Parámetros de diseño*

<b>Condición</b>	<b>Valores</b>
Uso	Viviendas unifamiliares
Esfuerzo a la compresión f'c	210 kg/cm <sup>2</sup>
Agregado	Agregado reciclado
Tamaño de agregado (AG)	3/4"
Slump	3"- 4"

**Fuente:** Datos obtenidos de laboratorio

### Diseño de mezcla

**Tabla 15.** *Resistencia promedio al ensayo de compresión.*

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIA</b>	
<b>f'c</b>	<b>F'c</b>
Menor de 210	<b>F'c + 70</b>
210 a 350	<b>F'c + 84</b>
Sobre 350	<b>F'c + 98</b>

**Fuente:** Datos obtenidos de laboratorio

De acuerdo al estudio que se realizara se pretende utilizar un concreto con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> por tanto tomaremos el valor de  $f'c+84 = 294$  kg/cm<sup>2</sup>

### Datos obtenidos de los agregados usados

**Tabla 16.** *Propiedades de los agregados usados.*

<b>PROPIEDADES</b>	<b>Agregado natural</b>	<b>Agregado fino</b>	<b>Agregado reciclado</b>	<b>Und</b>
Peso específico	2.92	2.77	2.31	gr./cc
Absorción	2.25	2.21	4.5	%
Módulo de finura				Adimen.
Tamaño predominante		1”		Pulg.
Peso unitario S.	1514.70	1343.01	1090.68	Kg/m3
Peso unitario C.	1729.03	1747.31	1220.43	Kg/m3
Humedad	0.33	2.06	1.87	%

**Fuente:** Datos obtenidos de laboratorio

A continuación, calculamos la cantidad de agua que se utilizara y el % de aire:

Para un asentamiento se encuentra entre 3” y 4” se requiere de 193 lts de agua y un 1.5% de aire.

**Tabla 17.** Volumen unitario de Agua

<b>TABLA DE VOLUMEN UNITARIO DE AGUA</b>								
<b>Asentamiento (pulg.)</b>	<b>Agua, en Lt/m3 para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicados</b>							
	<b>3/8“</b>	<b>1/2“</b>	<b>3/4“</b>	<b>1“</b>	<b>1 1/2“</b>	<b>2“</b>	<b>3“</b>	<b>4“</b>
<b>Concreto sin aire incorporado</b>								
1“ a 2“	207	199	190	179	166	154	130	113
3“ a 4“	228	216	205	193	181	169	145	124
6“ a 7“	243	228	216	202	190	178	160	----
<b>Concreto con aire incorporado</b>								
1“ a 2“	181	175	168	160	150	142	122	107
3“ a 4“	202	193	184	175	165	157	133	119
6“ a 7“	216	205	197	184	174	166	154	

**Fuente:** ACI-comite211

**Tabla 18.** Contenido de aire atrapado

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
Tamaño máx. Nominal	Aire atrapado %
3/8"	3.0
1/2"	2.5
3/4"	2.0
1"	1.5
1 1/2"	1.0
2"	0.5
3"	0.3
6"	0.2

**Fuente:** ACI-comite211

### Relación Agua –Cemento (A/C)

La investigación se centra en obtener un concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> y no se considera aire incorporado con ello se pudo obtener un valor de **0.598**

**Tabla 19.** Relación agua / cemento

POR RESISTENCIA			
F'Cr	RESISTENCIA	RELACION DE AGUA CEMENTO	
		CONCRETO SIN AIRE INCLUIDO	CONCRETO CON AIRE INCLUIDO
262.5	450	0.38	
		0.830	
	420	0.41	
		0.830	
	350	0.48	0.40
		0.930	0.80
262.5	280	0.57	0.48
	210	<b>0.598</b>	0.49
		0.68	0.50
		1.1000	1.22

140	0.82	0.74
RELACION A/C CALCULADA POR RESISTENCIA	0.5975	

Fuente: ACI-comite211

- $193 / 0.598 = 323 \text{ Kg}$
- $\text{Cemento Requerido} = 323 \text{ kg} / 3110 \text{ kg/m}^3 = 0.104$
- $\text{Cemento requerido} = 7.6 \text{ bolsas de cemento/m}^3$

### Cantidad de Agregado Grueso

Tabla 20. Módulo de fineza de la arena

Tamaño Máximo de Agregado	Módulo de Fineza de la Arena					
	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20	3.40
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40
1/2 "	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51	0.49
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60	0.58	0.56
1"	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63	0.61
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69		
2"	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70	0.68
3"	0.82	0.79	0.78	0.75		
6"	0.87	0.85	0.83	0.81		
<b>MODULO DE FINURA DE LA ARENA:</b>					<b>2.52</b>	
<b>INTERPOLACION</b>					<b>0.70</b>	

Fuente: ACI-comite211

**FACTOR OBTENIDO = 0.70**

En el presente recuadro se verifica la cantidad de agregado grueso para el diseño de los 3 grupos de concreto que se emplearan en esta investigación.

**Tabla 21.** Cantidad de agregado grueso

DISEÑO	TIPO DE AGREGADO	CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO
<b>GRUPO P</b>	AGREGADO GRUESO NATURAL (100%)	Peso : 0.70 m <sup>3</sup> x 1729.03 kg/m <sup>3</sup> = <b>1210.3 kg</b> Volumen: 1210.3 kg / 2920 kg/m <sup>3</sup> = <b>0.41 m<sup>3</sup></b>
	AGREGADO GRUESO NATURAL (50%)	Peso : 0.5 x 0.70 m <sup>3</sup> x 1729.03 kg/m <sup>3</sup> = <b>605.2 kg</b> Volumen: 605.2 kg / 2920 kg/m <sup>3</sup> = <b>0.207 m<sup>3</sup></b>
<b>GRUPO A</b>	AGREGADO GRUESO RECICLADO (50%)	Peso : 0.5 x 0.7 m <sup>3</sup> x 1220.43 kg/m <sup>3</sup> = <b>427.15 kg</b> Volumen: 427.15 kg / 2310 kg/m <sup>3</sup> = <b>0.185 m<sup>3</sup></b>
	AGREGADO GRUESO RECICLADO (100%)	Peso : 0.7 m <sup>3</sup> x 1220.43 kg/m <sup>3</sup> = <b>854.3 kg</b> Volumen: 854.3 kg / 2310 kg/m <sup>3</sup> = <b>0.369 m<sup>3</sup></b>

*Fuente:* Elaboración Propia

**Determinamos la cantidad de agregado fino para el grupo P**

**Tabla 22.** Cantidad de Agregado fino grupo P

	Peso (kg)	p.e.(kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
Cemento	<b>323</b>	<b>3110</b>	<b>0.104</b>
Agua	<b>193</b>	<b>1000</b>	<b>0.193</b>
Aire atrapado	<b>1.5</b>		<b>0.015</b>
Agregado grueso	<b>1210.3</b>	<b>2920</b>	<b>0.410</b>
Agregado grueso reciclado			
Agregado fino	<b>Y= 756.21</b>	<b>2770</b>	<b>X= 0.273</b>
	<b>total</b>		<b>1.00</b>

*Fuente:* Elaboración Propia

**Determinamos la cantidad de agregado fino para el grupo A**

**Tabla 23. Cantidad de Agregado fino grupo A**

	Peso (kg)	p.e.(kg/m3)	Volumen (m3)
Cemento	323	3110	0.104
Agua	193	1000	0.193
Aire atrapado	1.5		0.015
Agregado grueso	605.2	2920	0.207
Agregado grueso reciclado	427.15	2.310	0.185
Agregado fino	<b>Y= 806.07</b>	2770	<b>X= 0.291</b>
	<b>total</b>		<b>1.00</b>

*Fuente:* Elaboración Propia

**Determinamos la cantidad de agregado fino para el grupo B**

**Tabla 24. Cantidad de Agregado fino grupo B**

	Peso (kg)	p.e.(kg/m3)	Volumen (m3)
Cemento	323	3110	0.104
Agua	193	1000	0.193
Aire atrapado	1.5		0.015
Agregado grueso			
Agregado grueso reciclado	854.3	2310	0.369
Agregado fino	<b>Y= 869.78</b>	2770	<b>X= 0.314</b>
	<b>total</b>		<b>1.00</b>

*Fuente:* Elaboración Propia

**Ajustamos los valores obtenidos por humedad y calculamos el agua efectiva**

**Tabla 25. Ajuste por Humedad**

	Peso húmedo Ag. Grueso Natural	$1210 (1 + (0.33/100))$	= 1213.9 kg
	Peso húmedo Ag. Fino	$756.2(1 + (2.06/100))$	= 771.8 kg
	<b>Agua para aumentar por absorción:</b>		
<b>GRUPO P</b>	Agua Ag. Grueso natural	$1213.9 ((2.25 - 0.33)/100)$	= <b>23.3 lt</b>
	Agua Ag. Fino	$771.8 ((2.21 - 2.06)/100)$	= <b>- 1.16 lt</b>
	Agua efectiva: $193 + 1.16 + 23.3 = \mathbf{217.46 Lt}$		
	Peso húmedo Ag. Grueso natural	$605.2 (1 + (0.33/100))$	= 607.2 kg
	Peso húmedo Ag. Grueso reciclado.	$427.15 (1 + (1.87/100))$	= 435.1 kg
	Peso húmedo Ag. Fino	$806.07 (1 + (2.06/100))$	= 822.7 kg
	<b>Agua para aumentar por absorción:</b>		
<b>GRUPO A</b>	Agua Ag. Grueso natural	$697.2 ((2.25 - 0.33)/100)$	= <b>13.4 lt</b>
	Agua Ag. Grueso reciclado	$435.1 ((4.5 - 1.87)/100)$	= <b>11.4 lt</b>
	Agua Ag. Fino	$822.7 ((2.21 - 2.06)/100)$	= <b>1.23 lt</b>
	Agua efectiva: $193 + 1.23 + 11.4 + 13.4 = \mathbf{219.03 Lt}$		

Peso húmedo Ag. Grueso reciclado.  $854.3 (1 + (1.87/100)) = 870.3 \text{ kg}$   
 Peso húmedo Ag. Fino  $869.8 (1 + (2.06/100)) = 887.7 \text{ kg}$

**GRUPO B Agua para aumentar por absorción:**  
 Agua Ag. Grueso reciclado  $870 ((4.5 - 1.87)/100) = 22.9 \text{ lt}$   
 Agua Ag. Fino  $887.7 ((2.21 - 2.06)/100) = -1.33 \text{ lt}$

Agua efectiva:  $193 + 1.33 + 22.9 = 217.23 \text{ Lt}$

*Fuente:* Elaboración Propia

## Resumen y Dosificación

**Tabla 26.** Resumen de materiales

RESUMEN DE MATERIALES ( kg/ m3)					
	CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO NATURAL	AGREGADO GRUESO RECICLADO	AGUA (LITROS)
GRUPO P	323	756.21	1210.3	-----	217.46
GRUPO A	323	806.07	605.2	427,15	219.03
GRUPO B	323	869.78	-----	869.78	217.23

*Fuente:* Elaboración Propia

## Elaboración de probetas

Para el caso de elaboración de probetas se realizó en base a la NTP 339.033

### Recursos a usar

- Agregado grueso reciclado.
- Agregado grueso natural
- Agregado fino
- Cemento tipo 1
- Agua potable

### Equipos a usar

- Balanza electrónica
- Trompo
- Bugui
- Lampa

- Varilla de acero
- Regla metálica
- Comba de goma
- Molde 6“ x12“

#### Procedimiento

- Cuando se haya culminado con el mezclado del concreto se retira de la mezcladora para colocarlo en el molde en tres capas.
- Se tendrá que aplicar golpes con la varilla metálica cada vez que llene 1/3 del molde.
- Luego de haber llenado el molde de las probetas se pasa por el borde con la regla metálica para eliminar el excedente.

#### **Ensayo de Asentamiento del concreto**

Este ensayo se realizó bajo lo estipulado por la norma técnica peruana 339.035

#### Recursos Utilizados

- Mezcla de concreto correspondientes a los grupos estudiados (P, A y B)

#### Equipos a utilizar

- Cono de Abrams
- Varilla de acero
- Wincha

#### Procedimiento

- Se procede a llenar el molde con el concreto en estado fresco en tres capas consecutivamente.
- Se procede a compactar con la varilla metálica
- Eliminar el excedente del molde con la varilla metálica
- Levantar el molde e inmediatamente medir la desigualdad entre el molde y la altura del concreto.

Datos Obtenidos de acuerdo al ensayo de asentamiento en base a lo estipulado por la norma técnica peruana 339.046 /ASTM C 138.

**Tabla 27.** *Asentamiento obtenido del concreto*

Asentamientos Obtenido para los tres grupos de estudio f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>		
Grupos	Relación a/c	Slum ( pulgadas)
<b>Grupo P</b>	0.59	3"
<b>Grupo A</b>	0.59	4"
<b>Grupo B</b>	0.59	4"

*Fuente:* Elaboración Propia

### **Ensayo de resistencia a la compresión**

#### Recursos utilizados

- Probetas elaboradas de los tres grupos de estudio (P, A y B).

#### Equipos a Usar

- Prensa requerida para ensayos a compresión.
- Vernier.

#### Procedimiento

- Se calculara el diámetro de las probetas elaboradas por medio del vernier.
- Se verifica que las probetas al momento de ser colocadas en la prensa se encuentren centradas correctamente.
- Comenzar la carga hasta que se haya completado la ruptura.

Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión.

### **Ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días.**

**Tabla 28.** *Ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días de edad.*

MUESTRA	FECHA MOLDEO	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	DIMENSIONES pulg.	AREA cm <sup>2</sup>	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>
M - 1	21/10/2018	28/10/2018	7	6" * 12"	182.4	35534.47	194.80
M - 2	21/10/2018	28/10/2018	7	6" * 12"	182.4	38398.38	210.50
M - 3	21/10/2018	28/10/2018	7	6" * 12"	182.4	36160.15	198.23

M - 4	21/10/2018	28/10/2018	7	6" * 12"	182.4	34432.68	188.76
M - 5	21/10/2018	28/10/2018	7	6" * 12"	182.4	34374.31	188.44
M - 6	21/10/2018	28/10/2018	7	6" * 12"	182.4	34257.56	187.80

**Fuente:** Resultados de laboratorio

**Ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días.**

**Tabla 29.** Ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días de edad.

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIMENSIONES	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO		DIAS			
M - 1	21/10/2018	04/11/2018	14	6" * 12"	182.4	45549.06	249.70
M - 2	21/10/2018	04/11/2018	14	6" * 12"	182.4	44253.91	242.60
M - 3	21/10/2018	04/11/2018	14	6" * 12"	182.4	41535.92	227.70
M - 4	21/10/2018	04/11/2018	14	6" * 12"	182.4	39675.29	217.50
M - 5	21/10/2018	04/11/2018	14	6" * 12"	182.4	39383.42	215.90
M - 6	21/10/2018	04/11/2018	14	6" * 12"	182.4	39328.70	215.60

**Fuente:** Resultados de laboratorio

**Ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días.**

**Tabla 30.** Ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días de edad.

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIMENSIONES	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO		DIAS			
M - 1	21/10/2018	18/11/2018	28	6" * 12"	182.4	45913.89	251.70
M - 2	21/10/2018	18/11/2018	28	6" * 12"	182.4	45020.05	246.80
M - 3	21/10/2018	18/11/2018	28	6" * 12"	182.4	43487.76	238.40
M - 4	21/10/2018	18/11/2018	28	6" * 12"	182.4	42192.62	231.30
M - 5	21/10/2018	18/11/2018	28	6" * 12"	182.4	39547.60	216.80
M - 6	21/10/2018	18/11/2018	28	6" * 12"	182.4	40386.71	221.40

**Fuente:** Resultados de laboratorio

## Resultados primera parte (Propiedades físicas de los agregados)

A continuación, en los siguientes gráficos se presentan las propiedades físicas de los agregados en donde se realiza una comparación entre el agregado grueso natural y el agregado grueso reciclado.



**Figura 5.** Propiedades físicas de los agregados



**Figura 6.** Peso específico



**Figura 7.** Peso unitario suelto y compactado

Según los resultados previamente mostrados se pudo notar que en algunos casos las propiedades de los agregados gruesos tuvieron una variabilidad superior y en otros casos inferior como se muestra a continuación:

**Absorción:** En este caso se pudo notar que el agregado reciclado presentó un 4.5 % a diferencia del agregado natural que presentó un 2.25 %.

**Humedad:** En este caso se pudo notar que el agregado reciclado muestra un 1.87 % mientras que el agregado natural un 0.33 %.

**Peso Específico:** El agregado reciclado presentó un 2.31 gr/cc a diferencia del agregado natural que presenta 2.92 gr/cc.

**Peso Unitario suelto y compactado:**

Agregado reciclado: Presentó un peso unitario suelto de 1090.68 kg/m³ y un peso unitario compactado de 1220.43 kg/m³.

Agregado Natural: Presentó un peso unitario suelto de 1514.70 kg/m³ y un peso unitario compactado de 1729.03 kg/m³.

**Resultados de asentamiento**

En la siguiente tabla se muestra los asentamientos ideales para los distintos tipos de mezclas de concreto, en el caso del asentamiento del grupo P (Agregado natural en un

100%) se observó que fue levemente menor a diferencia de los grupos A y B en los cuales se obtuvo un asentamiento igual.

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM2		
Grupo	Relación a/c	Slum ‘’
P	0.59	3
A	0.59	4
B	0.59	4

**Figura 8.** Asentamiento obtenido



**Figura 9.** Asentamiento para los diferentes grupos

- Grupo (P): (Agregado natural en su totalidad 100 %) el asentamiento obtenido en este grupo fue de 3’’.
- Grupo (A): (Agregado reciclado en un 50 %) el asentamiento obtenido en este grupo fue de 4’’.
- Grupo (B): (Agregado reciclado en un 100 %) el asentamiento obtenido en este grupo fue de 4’’.

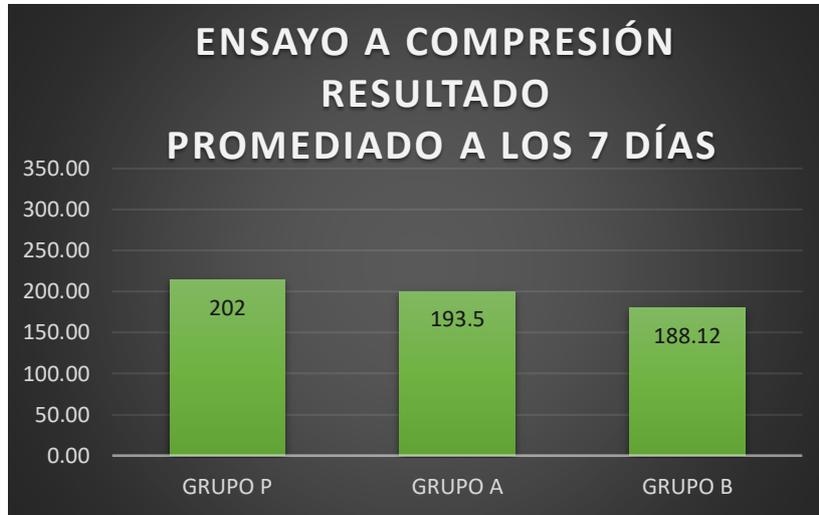
### **Resultado Obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión**

Estos ensayos se desarrollaron bajo lo estipulado por la normal técnica peruana (NTP 339.034.).

Los resultados que se obtuvieron son pertenecientes a los tres grupos de mezclas a distintas edades del ensayo (7,14 y 28 días).

Los resultados se detallan a continuación.

**Ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días**



**Figura 10.** Compresión a los 7 días

**Tabla 31.** Análisis del ensayo a compresión 7 días.

ENSAYO A COMPRESIÓN ( 7 DÍAS DE EDAD)		
	f'c promedio (kg/cm2)	% logrado
<b>GRUPO P</b>	202.65	100
<b>GRUPO A</b>	193.495	95.5
<b>GRUPO B</b>	188.12	92.8

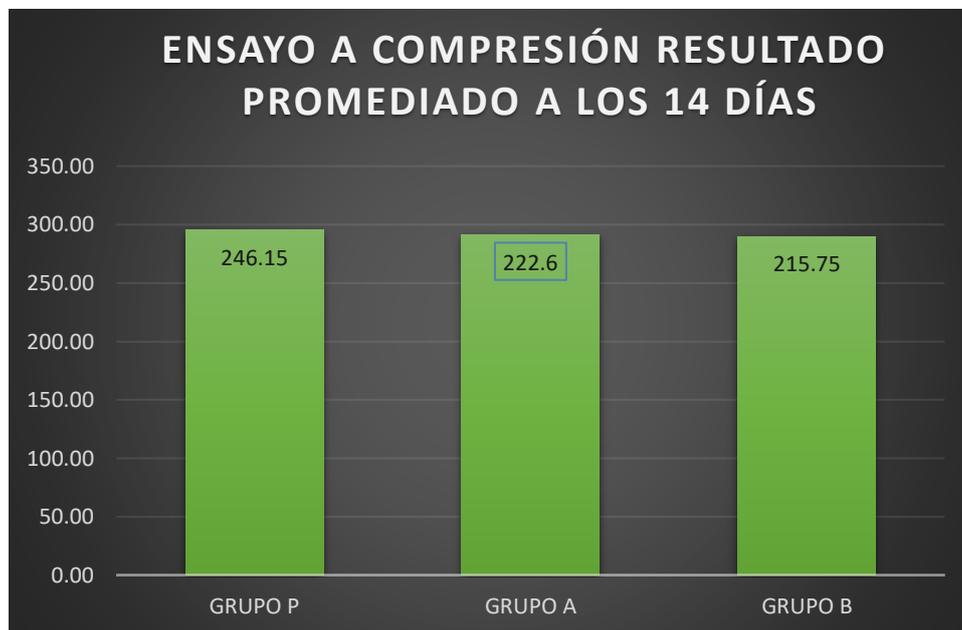
**Fuente:** Resultados de laboratorio

El comportamiento de los tres grupos frente al ensayo de resistencia a la compresión mostro resultados diferentes como se detalla:

- Grupo (P): (Agregado natural en su totalidad 100 %) Obtuvo 202.65 kg/cm<sup>2</sup> el cual será tomado como la mayor resistencia adquirida de los tres grupos por tanto corresponderá al 100 % de los grupos que se verifican en este estudio.
- Grupo (A): (Agregado reciclado en un 50 %) En este caso se obtuvo una resistencia de 193.495 kg/cm<sup>2</sup> cuyo resultado será equivalente al 95.5%.
- Grupo (B): (Agregado reciclado en un 100 %) Se alcanzó una resistencia de 188.12 kg/cm<sup>2</sup> equivalente a 92.8% % si se toma como referencia el grupo P el cual es equivalente al 100%.

### Ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días

En este caso se pudo observar que no existe una gran variedad entre los resultados que mostraron los grupos A y B en comparación con el grupo P como se puedes mostrar en el siguiente gráfico.



**Figura 11.** Compresión a los 14 días

**Tabla 32.** Análisis del ensayo a compresión a compresión 14 días.

---

<u>ENSAYO A COMPRESIÓN ( 14 DÍAS DE EDAD)</u>		
	F/C PROMEDIO	% logrado
<b>GRUPO P</b>	246.15	100.00
<b>GRUPO A</b>	222.6	90.4
<b>GRUPO B</b>	215.75	87.7

---

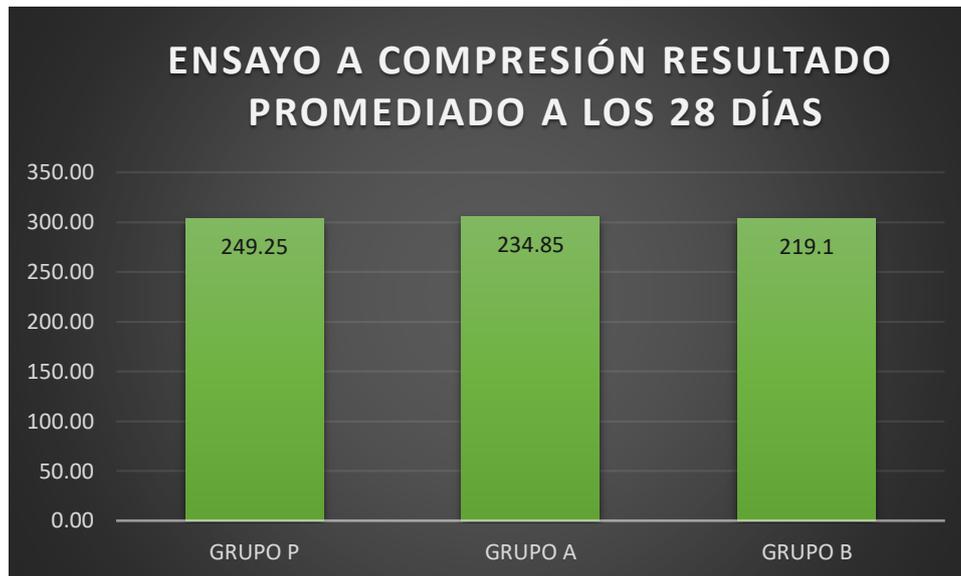
**Fuente:** Resultados de laboratorio

Los tres grupos presentaron comportamientos similares frente al ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días de edad como se muestra a continuación.

- Grupo (P): (Agregado natural en su totalidad 100 %) Se observó que presento 246.15 kg/cm<sup>2</sup> resultado que será equivalente a la mayor resistencia adquirida de los tres grupos y se tomara como el 100 %.
- Grupo (A): (Agregado reciclado en un 50 %) Se obtuvo una resistencia de 222.6 kg/cm<sup>2</sup> siendo levemente inferior al grupo P y logrando una equivalencia de 90.4 %.
- Grupo (B): (Agregado reciclado en un 100 %) se adquirió una resistencia de 215.75 kg/cm<sup>2</sup> siendo menor a los dos grupos antes mencionados consiguiendo una equivalencia de 87.7 %.

### **Ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días**

Las probetas del grupo A y B que fueron sometidas al ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días no representan una gran variabilidad si las comparamos con el grupo P como se puede detallar en la siguiente figura respecto a los valores logrados a los 28 días de edad.



**Figura 12.** Compresión a los 28 días

**Tabla 33.** Ensayo a compresión 28 días.

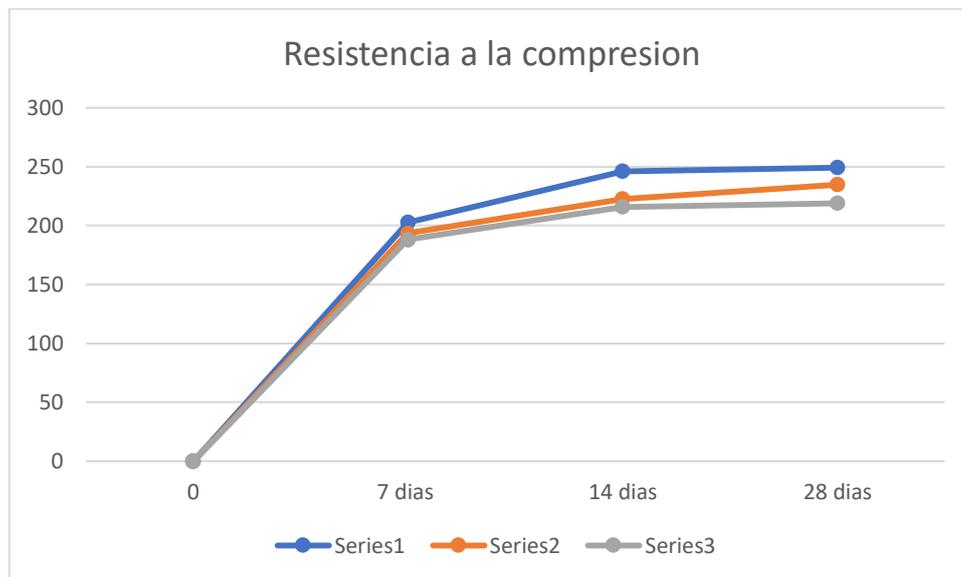
ENSAYO A COMPRESIÓN ( 28 DÍAS DE EDAD)		
	F'c PROMEDIO	% logrado
<b>GRUPO P</b>	249.25	100
<b>GRUPO A</b>	234.85	94.2
<b>GRUPO B</b>	219.1	87.9

**Fuente:** Resultados de laboratorio

Se presentan los resultados de los tres grupos de mezcla (P, A y B)

- Grupo (P): (Agregado natural en su totalidad 100 %) Este grupo adquirió una resistencia de 249.25 kg/cm<sup>2</sup> cuyo resultado es equivalente a la mayor resistencia adquirida entre los tres grupos de mezcla y por lo tanto será tomado como el 100 % y será comparado con los demás grupos A y B.
- Grupo (A): (Agregado reciclado en un 50 %) Este grupo adquirió una resistencia de 234.85 kg/cm<sup>2</sup> siendo levemente inferior a lo mostrado por el el grupo P consiguiendo una equivalencia de 94.2 %.
- Grupo (B): (Agregado reciclado en un 100 %) Adquirió una resistencia de 219.1 kg/cm<sup>2</sup> siendo equivalente al 87.9 %, si comparamos los resultados que adquirieron las muestras que fueron sometidas a compresión podemos afirmar

que el concreto elaborado con agregados reciclados presenta propiedades similares a un concreto elaborado con agregados naturales.



**Figura 13.** Curva de Resistencia a la compresión

### Resultados de factibilidad del concreto elaborado con agregados reciclados

En la siguiente figura se puede observar que el concreto elaborado con agregados reciclados presenta un pequeño incremento con respecto al costo de elaboración todo esto generado por un severo incremento en la producción y elaboración del agregado grueso reciclado, este costo podría reducirse si eliminamos la partida de transporte ya que podría considerarse dentro de la partida de eliminación del material proveniente de demolición.

**Tabla 34.** Costo del concreto convencional 210 kg/cm<sup>2</sup>

CONCRETO CONVENCIONAL $f'c= 210 \text{ KG/CM}^2$						
Rendim.	25.00	M3/DÍA				Costo unitario directo por : 224.45 M3
Jornada	8.00	horas/día				
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	<b>Mano de Obra</b>					
	OPERADOR DE MAQUINARIA	HH	1.00	0.320	13.05	4.176
	CAPATAZ	HH	0.20	0.064	13.03	0.83392
	OPERARIO	HH	1.00	0.320	13.04	4.1728
	OFICIAL	HH	1.00	0.320	11.3	3.616
	PEÓN	HH	4.00	1.280	10.1	12.928
						<b>25.726</b>

<b>Materiales</b>					
PIEDRA					
CHANCADA DE 3/4"	M3		0.41	36.00	14.76
ARENA GRUESA	M3		0.273	24.00	6.552
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		7.6	22.5	171
AGUA	M3		0.217	5.00	1.085
					<b>193.397</b>
<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.000	26.34	0.5268
MEZCLADORA DE CONCRETO	HM	1.00	0.320	15.00	4.8
					<b>5.326</b>

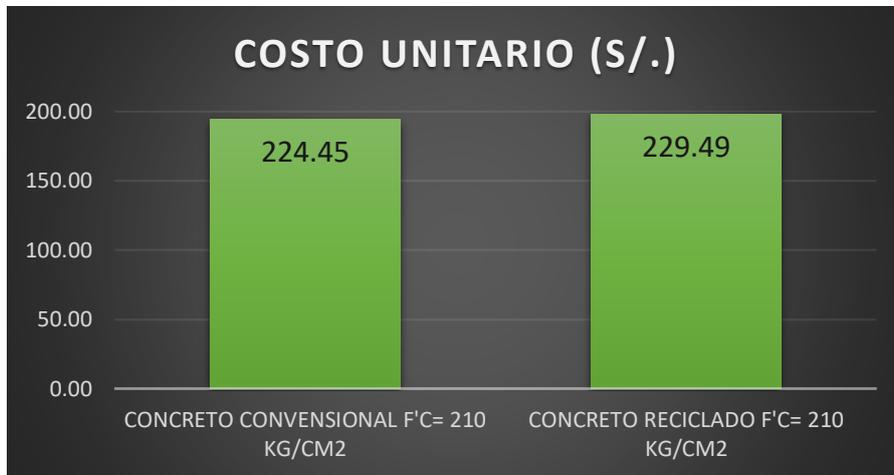
**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 35.** Costo del concreto reciclado 210 kg/cm<sup>2</sup>

CONCRETO RECICLADO F'C= 210 KG/CM2						
<b>Rendimiento</b>	25.00 M3/DIA				<b>Costo unitario directo por :</b>	<b>229.49 M3</b>
<b>Jornada</b>	8.00 horas/día					
<b>Código</b>	<b>Descripción insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>						
	OPERADOR DE MAQUINARIA CAPATAZ	HH	1.00	0.320	13.05	4.17
	OPERARIO OFICIAL	HH	1.00	0.320	13.03	0.833
	PEÓN	HH	1.00	0.320	13.04	4.172
		HH	1.00	0.320	11.3	3.616
		HH	4.00	1.280	10.10	12.928
						<b>25.726</b>
<b>Materiales</b>						
	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	M3		0.369	51.00	18.819
	ARENA GRUESA	M3		0.314	24.00	7.535
	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		7.60	22.50	171
	AGUA	M3		0.217	5.00	1.085
						<b>198.44</b>
<b>Equipos</b>						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.02	26.34	0.5268
	MEZCLADORA DE CONCRETO	HM	1.00	0.320	15.00	4.80
						<b>5.3268</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Costo de elaboración del concreto con agregado natural y concreto con agregado reciclado.**



**Figura 14.** Costo unitario por grupo de concreto

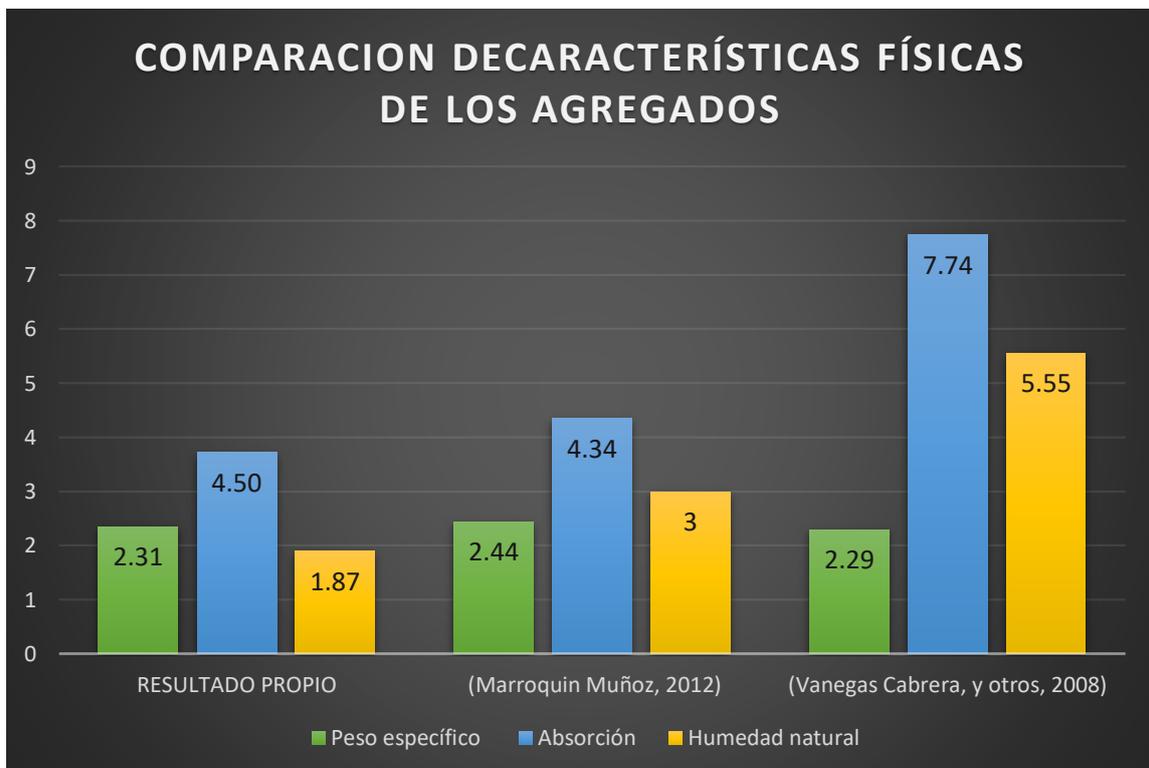


**Figura 15.** Porcentaje según costo

## **V DISCUSSION**

La presente investigación tuvo como finalidad principal determinar el comportamiento del concreto elaborado con agregados gruesos reciclados procedentes de demolición los cuales fueron estudiados e diferentes grupos de mezcla, en uno de los casos el agregado reciclado formo parte del 50% de la mezcla, y en el otro caso el agregado reciclado formo parte del 100 % de la mezcla, la investigación se centra en el distrito de San Juan de Lurigancho en el año 2018 cuyos objetivos específicos son determinar las propiedades características de los agregados reciclados y los agregados naturales de cantera, determinar la similitud de resistencia entre ambos y determinar la factibilidad del concreto con agregados reciclados. En los siguientes párrafos se realizará una discusión sobre los resultados alcanzados con esta investigación los cuales fueron apoyados en los objetivos descritos anteriormente.

En la siguiente figura se muestra de manera gráfica los resultados que se lograron referente a las características que presento el agregado grueso reciclado los cuales serán comparados con los resultados de otros autores que se mencionaron en el desarrollo de esta investigación.



**Figura 16.** Comparación de propiedades físicas



**Figura 17.** Comparación de Peso Volumétrico

En los grafico mostrados se puede ver reflejado que existe diferencia entre los resultados mostrados por cada uno de los autores esta variación entre los resultados puede ser debido a que el agregado reciclado para cada investigación fue extraído de diferentes lugares y áreas geográficas, en el caso de esta investigación las muestras tomadas para el estudio fueron recolectadas de San Juan de Lurigancho Lima – Perú, la investigación de Marroquín Muñoz se efectuó en San Carlos – Guatemala y por último la investigación de Vanegas Cabrera de realizo en Bogotá – Colombia.

En el caso del peso específico se pudo ver que existe una leve variabilidad, en el caso del presente estudio se obtuvo 2.31 gr/cc mientras que en la investigación de Marroquín Muñoz se logró un leve aumento de 2.44 gr/cc y por ultimo Vanegas Cabrera logro un resultado de 2.29 gr/cc siendo inferior a las demás investigaciones.

En el caso del ensayo correspondiente a absorción se pudo verificar que la investigación correspondiente a Vanegas Cabrera tuvo un registro de 7.74 % siendo esta la más elevada en comparación con las otras dos investigaciones. En la investigación mostrada por Marroquín Muñoz se verifica que logro un 4.34 % siendo esta considerablemente inferior a lo mostrado por la investigación de Vanegas, y finalmente en esta investigación se logró un resultado de 4.5 % el cual se encuentra por debajo la investigación mencionadas de Vanegas generando asimismo que se dé un incremento en el vínculo agua – cemento lo que podría generar una disminución en la resistencia del concreto y de igual manera aumentar el costo unitario del producto.

En lo que respecta a los ensayos de humedad natural se puede afirmar que se encuentra relacionado directamente con el clima, algunas de sus propiedades como puede ser la absorción, que se encuentran ligadas al lugar de donde se recolectaron las muestras que fueron objeto de estudio, en este ensayo se pudo observar de igual manera que existió una notable variabilidad, ya que en el presente estudio de logro un resultado de 1.87 % a diferencia de Marroquín Muñoz el cual logro un porcentaje de absorción mayor equivalente al 3.00 %, pero ambos resultados fueron severamente inferiores a lo mostrado en el estudio de Vanegas Cabrera que obtuvo un 5.55% siendo de lejos mayor a los anteriores.

En lo que se refiere al peso unitario suelto y compactado existió una gran diferencia entre los resultados mostrados por cada uno de los autores esto generalmente ocasionado a que presentaron desiguales características físicas del agregado.

En lo que respecta a la condición del concreto en la siguiente figura se muestra los valores logrados de la prueba del Slump, asimismo de la resistencia a la compresión de todos los autores que se nombraron anteriormente dentro de esta tesis los resultados que se mostraran a continuación fueron producidos con agregados de demolición en una cantidad del 100%.



**Figura 18.** Comparación del resultado del asentamiento

Podemos afirmar que el estado del asentamiento está directamente ligado con la relación agua – cemento y al diseño de mezcla empleado por cada autor, en la figura mostrada se puede verificar que existe una diversidad elevada entre los resultados mostrados por cada autor, todo ello producido mayormente por las distintas características de los agregados que utilizó cada autor en su estudio.

En lo que respecta al ensayo de resistencia que adquirieron las probetas en la siguiente figura podemos ver los resultados que se lograron con 100 % de agregado grueso procedente de demolición, los valores que se mostraran a continuación reflejan los dato que se obtuvieron de la resistencia a la compresión a los 28 días de acuerdo al diseño de mezcla que se usó y la posterior curada de las probetas de concreto.



**Figura 19.** Comparación de resultados de resistencia a la compresión.

De los resultados logrados podemos afirmar que el concreto elaborado con agregados gruesos naturales generalmente presenta propiedades mecánicas con mucha similitud al concreto elaborado con agregados reciclados en una sustitución de cantidad del 100 % de agregado grueso natural por agregado de demolición, en el caso de algunos autores que lograron un valor menor con relación a su diseño como fue el caso de Vanegas Cabrera que logro un 91.18%, a distinción del autor Marroquín Muñoz quien alcanzó un valor más elevado logrando un 98.39 cuyo resultado también supera al logrado en esta presente investigación que pudo obtener un valor de 87.9% si verificamos los tres resultados que se muestran podemos afirmar que se encuentran muy cercanos al patrón de resistencia, generalmente la diferencia de resultados se debe a las distintas características que presentan los agregados en cada autor.

## **VI CONCLUSIONES**

Con la presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- Los agregados reciclados procedentes de demoliciones mostraran más alteraciones con respecto a las características como: Un incremento en el porcentaje de absorción, disminución en el peso unitario, un severo incremento en el porcentaje de humedad. A pesar de todo lo mencionado cabe resaltar que no existe ningún problema y este agregado puede emplearse en la generación de nuevo concreto ya que como se pudo observar no se vio afectada su resistencia.
- Las pruebas efectuadas en el laboratorio al concreto fresco y endurecido nos reflejó que en la prueba del asentamiento el concreto no sufre alteraciones ni se ve perjudicado con el empleo de agregados gruesos reciclados, el concreto perteneciente a los grupos A y B mostro que las resistencias entre estos dos grupos fueron semejantes a la que mostro el grupo P.
- De lo mencionado anteriormente y por ende de los resultados que se mostró en la investigación se verifico que el empleo del agregado no resulta muy factible ya que se incrementa el costo de producción en la generación de nuevo concreto.

## **VII RECOMENDACIONES**

De acuerdo a las conclusiones descritas anteriormente se sugiere las presentes recomendaciones para todos los profesionales que se interesen en darle uso al agregado reciclado para generación de concreto.

- Se recomienda que los materiales que vayan a ser usados en la generación de nuevo concreto se encuentren libres de todo tipo de impureza (plásticos, madera, alambres, etc.) ya que esto podría afectar significativamente su resistencia, asimismo es recomendable que la trituración se ejecute de forma mecánica ya que de esta forma se tendrá un control de los tamaños de las partículas.
- Se recomienda en caso de querer mejorar la resistencia del concreto con agregados reciclados se haga empleo de aditivos que beneficien las propiedades mecánicas del concreto.
- Se recomienda generar concreto con agregados reciclados de demolición para la construcción de obras de envergadura menor como pueden ser; pisos, veredas, sardineles, falsos cimientos, muros de contención, vigas, columnas, etc siempre y cuando se realice un previo análisis por un especialista.

## **REFERENCIAS**

- Ismael, S. V. (2016). Propiedades mecánicas y durabilidad del concreto haciendo uso de agregados reciclados en construcción de viviendas en el municipio de Ocaña Norte de Santander (Trabajo de grado presentado para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña.
- Jean, S. R. (2016). Estudio del concreto de mediana a alta resistencia elaborados con residuos de concreto y cemento portland tipo I. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Juan, A. de la H. (2015). Influencias del curado de las propiedades mecánicas de un material de base granular compuestos con agregados de concreto reciclado (Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Civil). Universidad de la Salle, Bogotá.
- Arias, F. (2012). El proyecto de investigación introducción a la metodología científica. (6a. ed.). Venezuela: Episteme.
- William, J. C, Ana, L. R. (2017). Análisis mecánico de la utilización de concreto reciclado como agregado grueso en un concreto de alto desempeño. (Trabajo de grado para optar el título de ingeniero civil). Universidad Católica de Colombia, Bogotá.
- Gonzalo, A. s, Ginna, M. M. (2015). Viabilidad en la elaboración de prefabricados en concreto usando agregados gruesos reciclados. Universidad Católica de Colombia, Bogotá.
- Jorge, C. G, Ramón, V. Y. (2004). Concreto reciclado. (Tesis para obtener título de Ingeniero Civil). Instituto Politécnico Nacional, México.
- José, J. S, Neiser, V. C. (2014). Estudio de la Resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra. (Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil). Universidad Nacional de Santa, Chimbote.
- Ojeda, J., Quintero, J., y Machado, I. (2007). La ética en la investigación (Artículo científico). Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/993/99318750010.pdf>.
- Katty, P. M, Maria, B.M. (2010). Diseño de una mezcla de concreto utilizando residuos industriales y escombros. (Tesis de grado como requisito para optar al título de

- Ingeniero Civil). Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, Bucaramanga.
- Juliana, v. c, Juan, R.C. (2008). Estudio experimental de las propiedades mecánicas del concreto reciclado para su uso en edificaciones convencionales. (Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Hernández R., Fernández C. y Baptista M. (2014). Metodología de la investigación. (6a. ed.). México: McGRAW-HILL / Interamericana editores, S.A. DE C.V.
- Darwin, M. V. (2016). Propiedades mecánicas y de permeabilidad de concreto fabricado con agregado reciclado. (Trabajo final presentado como requisito parcial para optar el título de: Magister en Ingeniería-Estructuras). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Salvador. J., Hernández. J. y De Querétaro, S. (2014). Ética de la investigación científica (Artículo científico). Recuperado de [http://www.inb.unam.mx/bioetica/lecturas/etica\\_investiga\\_uaq.pdf](http://www.inb.unam.mx/bioetica/lecturas/etica_investiga_uaq.pdf).
- Mendez A., C. (2011). Metodología: diseño y desarrollo de investigación con énfasis en ciencias empresariales. (4ª. ed.) México: Limusa.
- Ernesto, M. M. (2012). Reciclaje de desechos de concreto y verificación de características físicas y propiedades mecánicas. (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- RNE (2016). Reglamento nacional de edificaciones. (11a. ed.) Perú: Megabyte.
- Asencio, A. R. (2014). Efectos de los agregados reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.
- Mapa de suelos en los distritos de Lima. (Junio, 2012). Sistema Nacional de Informacion Ambiental. Recuperado de <http://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/38840>.
- Carrasco, D. (2005). Metodologia De La Investigacion Cientifica. Lima: San Marcos.

Dr. Roberto Hernández Sampieri, D. C. (2010). Metodología de la Investigación  
México D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A.  
DEC.V.

Albujar, M. (2014). Estudio del comportamiento del concreto empleando agregado reciclado. (Tesis para optar el grado de ingeniero civil) Cajamarca.

Bedoya, Carlos (2003). El concreto reciclado con escombros como generador de hábitats urbanos sostenibles (Trabajo de Magister) Universidad Nacional de Medellín.

Begliardo, M. (2011). Valoración de agregado reciclado de hormigón. (estudio experimental de laboratorio). Universidad Tecnológica Nacional, Santa fe.

Bedoya, Carlos (2008). Panorama del concreto reciclado en Colombia. Recuperado de Revista ConstruVision.

Chávez, A y bernal, Oscar. (2010). Análisis de información sobre manejo y gestión de escombros a nivel nacional. España: Madrid.

Curso Taller de concreto – fundación Ica (Marzo, 2000). Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos4/concreto.shtml>

García, C. (2009). Características mecánicas de concreto reciclado fabricados con desechos sólidos de construcción. Mexico : Xalapa.

Domínguez, Lepe (2007). Reinserción de los residuos de construcción y demolición al ciclo de vida de la construcción de viviendas.

León, A. (2001). Propiedades Del Concreto Reciclado Como Agregado.( Trabajo de maestría en construcción). Colombia: Bogota.

## **ANEXOS**

# Ensayos de Laboratorio



## UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

### LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° 561 - 18' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : BORIS FERNANDO MUCHA SOSA

PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> CON AGREGADO REICLADO DE DEMOLICION PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA URBANIZACION SAN CARLOS - SJL 2018

UBICACIÓN : URBANIZACION SAN CARLOS - SJL 2018

FECHA DE RECEPCION : La Molina, 1 de Octubre de 2018

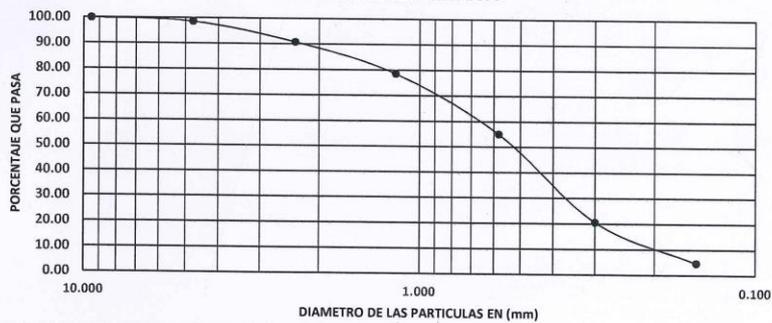
FECHA DE EMISION : La Molina, 27 de Noviembre de 2018

MUESTRA : AGREGADO FINO NATURAL

#### ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO-NTP 400.012

MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	8.22	1.37	1.37	98.63
N° 8	2.360	46.74	7.79	9.16	90.84
N° 16	1.180	73.68	12.28	21.44	78.56
N° 30	0.580	141.24	23.54	44.98	55.02
N° 50	0.300	206.04	34.34	79.32	20.68
N° 100	0.150	95.76	15.96	95.28	4.72
FONDO		28.32	4.72	100.00	0.00
TOTAL		600.00			

#### CURVA GRANULOMETRICA



MODULO DE FINURA : 2.52

Observación : Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante

*Alfonso Cerna Vasquez*  
 Ing. ALFONSO CERNA VASQUEZ  
 Jefe del LP y EM y del DOT Y C \*  
 UNALM



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

## LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

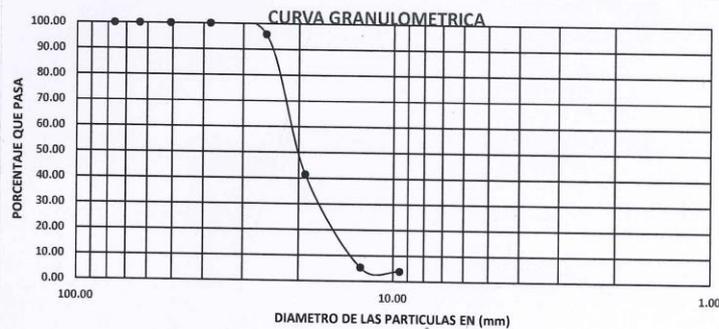
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° 561 - 18' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : BORIS FERNANDO MUCHA SOSA  
PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO  $F'_{c}= 210 \text{ kg/cm}^2$  CON AGREGADO REICLADO DE DEMOLICION PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA URBANIZACION SAN CARLOS - SJL 2018  
UBICACIÓN : URBANIZACION SAN CARLOS - SJL 2018  
FECHA DE RECEPCION : La Molina, 1 de Octubre de 2018  
FECHA DE EMISION : La Molina, 27 de Noviembre de 2018  
MUESTRA : AGREGADO GRUESO NATURAL

### ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO - NTP 400.012

MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	147.92	4.23	4.23	95.77
¾"	19.05	1902.14	54.35	58.57	41.43
½"	12.70	1261.19	36.03	94.61	5.39
3/8"	9.53	52.57	1.50	96.11	3.89
N° 4	4.75	49.74	1.42	97.53	2.47
N° 8	2.36	43.88	1.25	98.78	1.22
FONDO		42.56	1.22	100.00	0.00
TOTAL		3500.00			



TAMAÑO MAXIMO:	1 1/2 "
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:	1 "

Observación: Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante

ing. ALFONSO CERNA VASQUEZ  
Jefe del LP y EM y del DOT Y C \*  
UNALM



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

## LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° 561 - 18' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : BORIS FERNANDO MUCHA SOSA  
PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO F'c= 210 kg/cm2 CON AGREGADO RECICLADO DE DEMOLICION PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA URBANIZACION SAN CARLOS - SJL 2018  
UBICACIÓN : URBANIZACION SAN CARLOS - SJL 2018  
FECHA DE RECEPCION : La Molina, 1 de Octubre de 2018  
FECHA DE EMISION : La Molina, 27 de Noviembre de 2018  
MUESTRA : AGREGADOS

### DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION NTP 400.021 / 400.022

#### AGREGADO FINO

$$Pe\ SSS = \frac{W1}{W1+W2-W3}$$

$$Pe = \frac{W}{W1+W2-W3}$$

$$\% A = \frac{W1 - W}{W} \times 100$$

#### AGREGADO GRUESO

$$Pe\ SSS = \frac{Ws}{Ws-Wa}$$

$$Pe = \frac{Wseco}{Ws-Wa}$$

$$\% A = \frac{Ws - Wseco}{Wseco} \times 100$$

Donde:

W	: Peso seco del agregado fino	489.2	gr.
W1	: Muestra saturada con superficie seca del agregado fino	500.0	gr.
W2	: Picnometro + agua	638.0	gr.
W3	: Picnometro + agua + muestra	961.7	gr.
Wseco	: Peso seco del agregado grueso	4000.0	gr.
Ws	: Muestra saturada con superficie seca del agregado grueso	4090.0	gr.
Wa	: Peso de la muestra en el agua	2719.0	gr.

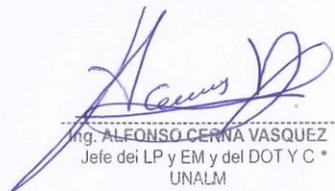
#### PARA EL AGREGADO FINO

Pe SSS =	2.84
Pe =	2.77
% A =	2.21

#### PARA EL AGREGADO GRUESO

Pe SSS =	2.98
Pe =	2.92
% A =	2.25

Observación: Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante

  
Ing. ALFONSO CERNA VASQUEZ  
Jefe del LP y EM y del DOT Y C \*  
UNALM



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN  
**INFORME N° \_ 561 - 18' LP y EM-UNALM**

SOLICITANTE: : BORIS FERNANDO MUCHA SOSA  
 PROYECTO: : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO F'c= 210 kg/cm2 CON AGREGADO  
 : RECICLADO DE DEMOLICION PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA URBANIZACION SAN  
 CARLOS - S.JL 2018  
 UBICACIÓN: : URBANIZACION SAN CARLOS - S.JL 2018  
 FECHA DE RECEPCION : La Molina, 1 de Octubre de 2018  
 FECHA DE EMISION : La Molina, 27 de Noviembre de 2018

MUESTRA : AGREGADOS

**DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO-NTP 400.017**

**PESO VOLUMETRICO PARA EL AGREGADO FINO**

$$\gamma_s = \frac{M_s}{V_r}$$

$$\gamma_c = \frac{M_c}{V_r}$$

**Ms** : Peso del material suelto 3.747 kg.  
**Mc** : Peso del material compact 4.875 kg.  
**Vr** : Volumen del recipiente 0.00279 m³  
**gs** : Peso volumetrico suelto kg/m³  
**gc** : Peso volumetrico compacto kg/m³

**gs = 1343.01**

**gc = 1747.31**

**PESO VOLUMETRICO PARA EL AGREGADO GRUESO**

$$\gamma_s = \frac{M_s}{V_r}$$

$$\gamma_c = \frac{M_c}{V_r}$$

**Ms** : Peso del material suelto 4.226  
**Mc** : Peso del material compact 4.824  
**Vr** : Volumen del recipiente 0.00279  
**gs** : Peso volumetrico suelto kg/m³  
**gc** : Peso volumetrico compacto kg/m³

**gs = 1514.70**

**gc = 1729.03**

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD-NTP 339.185**

**PARA EL AGREGADO FINO**

$$\% H = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$$

donde:

**% H** : humedad natural  
**Ph** : peso humedo 800.0 gr.  
**Ps** : peso seco 783.9 gr.

**% H = 2.06**

**PARA EL AGREGADO GRUESO**

$$\% H = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$$

donde:

**% H** : humedad natural  
**Ph** : peso humedo 1200.0 gr  
**Ps** : peso seco 1196.1 gr

**% H = 0.33**

Observación: Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante

  
 Ing. ALFONSO CERNA VASQUEZ  
 Jefe del LP y EM y del DOT Y C \*  
 UNALM



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

## LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° 561 - 18' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : BORIS FERNANDO MUCHA SOSA  
OBRA : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO F'c= 210 kg/cm<sup>2</sup> CON  
AGREGADO RECICLADO DE DEMOLICION PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA  
UBICACIÓN : URBANIZACION SAN CARLOS - SJL 2018  
ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE F'c= 210 Kg / cm<sup>2</sup>  
FECHA DE EMISION : La Molina, 27 de Noviembre de 2018

### CANTIDADES PARA 1m<sup>3</sup> DE CONCRETO DE F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> PARA UN ASENTAMIENTO MINIMO DE 3" A 4"

DOSIFICACION EN PESO

AGUA	:	218.97	Lts	
CEMENTO	:	323.01	Kg	7.60 (BOLSAS DE CEMENTO)
ARENA	:	777.52	Kg	
PIEDRA	:	1211.58	Kg	

DOSIFICACION EN VOLUMEN

AGUA	:	0.22	m <sup>3</sup>	
CEMENTO	:	0.22	m <sup>3</sup>	
ARENA	:	0.58	m <sup>3</sup>	
PIEDRA	:	0.80	m <sup>3</sup>	

RELACION POR VOLUMEN

	1	2.69	3.71
CON	28.81	LITROS DE AGUA POR BOLSA DE CEMENTO	

OBSERVACION : Los agregados utilizados para el diseño de mezcla fueron proporcionados e identificados por el solicitante  
El cemento para el diseño es tipo I

  
Ing. ALFONSO CERINA VASQUEZ  
Jefe del LP y EM y del DOT Y C \*  
UNALM



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

## LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° \_ 561 - 18' LP y EM-UNALM

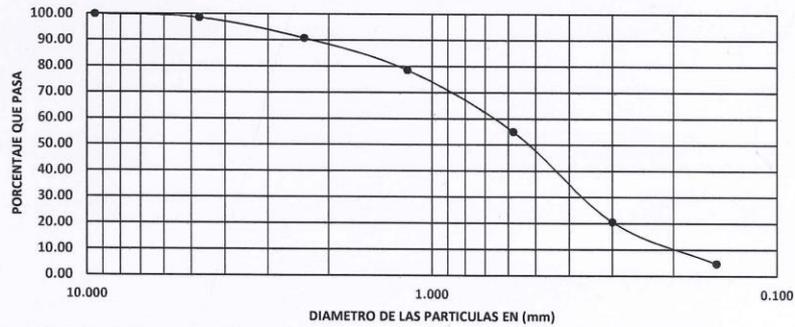
SOLICITANTE : BORIS FERNANDO MUCHA SOSA  
PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO F'c= 210 kg/cm2 CON AGREGADO  
: RECICLADO DE DEMOLICION PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA URBANIZACION SAN CARLOS - S.J.L  
2018  
UBICACIÓN : URBANIZACION SAN CARLOS - S.JL 2018  
FECHA DE RECEPCION : La Molina, 1 de Octubre de 2018  
FECHA DE EMISION : La Molina, 27 de Noviembre de 2018

MUESTRA : AGREGADO FINO NATURAL

### ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO-NTP 400.012

MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	8.22	1.37	1.37	98.63
Nº 8	2.360	46.74	7.79	9.16	90.84
Nº 16	1.180	73.68	12.28	21.44	78.56
Nº 30	0.580	141.24	23.54	44.98	55.02
Nº 50	0.300	206.04	34.34	79.32	20.68
Nº 100	0.150	95.76	15.96	95.28	4.72
FONDO		28.32	4.72	100.00	0.00
TOTAL		600.00			

### CURVA GRANULOMETRICA



MODULO DE FINURA : 2.52

Observación : Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante

ALFONSO CERNA VASQUEZ  
Jefe del LP y EM y del DOT Y C \*  
UNALM



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

## LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

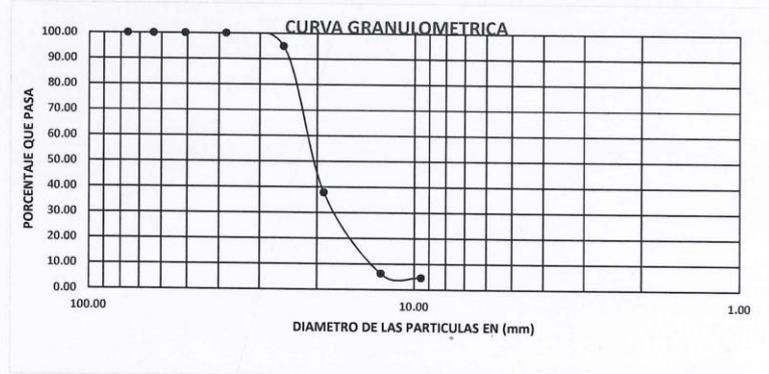
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° 561 - 18' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : BORIS FERNANDO MUCHA SOSA  
PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> CON AGREGADO REICLADO DE DEMOLICION PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA URBANIZACION SAN CARLOS - SJL 2018  
UBICACIÓN : URBANIZACION SAN CARLOS - SJL 2018  
FECHA DE RECEPCION : La Molina, 1 de Octubre de 2018  
FECHA DE EMISION : La Molina, 27 de Noviembre de 2018  
MUESTRA : AGREGADO GRUESO REICLADO

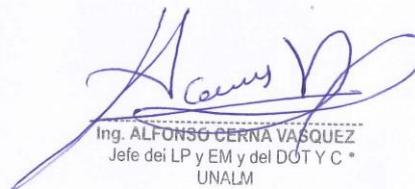
### ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO - NTP 400.012

MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	176.62	5.05	5.05	94.95
¾"	19.05	1998.08	57.09	62.13	37.87
½"	12.70	1103.15	31.52	93.65	6.35
3/8"	9.53	58.95	1.68	95.34	4.66
N° 4	4.75	55.42	1.58	96.92	3.08
N° 8	2.36	53.55	1.53	98.45	1.55
FONDO		54.23	1.55	100.00	0.00
TOTAL		3500.00			



TAMAÑO MAXIMO:	1 1/2 "
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:	1 "

Observación: Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante

  
Ing. ALFONSO CERNA VASQUEZ  
Jefe del LP y EM y del DDT Y C \*  
UNALM



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

## LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° 561 - 18' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : BORIS FERNANDO MUCHA SOSA  
PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO F'c= 210 kg/cm2 CON AGREGADO REICLADO DE DEMOLICION PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA URBANIZACION SAN CARLOS - SJL 2018  
UBICACION : URBANIZACION SAN CARLOS - SJL 2018  
FECHA DE RECEPCION : La Molina, 1 de Octubre de 2018  
FECHA DE EMISION : La Molina, 27 de Noviembre de 2018

MUESTRA : AGREGADOS

### DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION NTP 400.021 / 400.022

#### AGREGADO FINO

$$Pe\ SSS = \frac{W1}{W1+W2-W3}$$

$$Pe = \frac{W}{W1+W2-W3}$$

$$\% A = \frac{W1 - W}{W} \times 100$$

#### AGREGADO GRUESO

$$Pe\ SSS = \frac{Ws}{Ws-Wa}$$

$$Pe = \frac{Wseco}{Ws-Wa}$$

$$\% A = \frac{Ws - Wseco}{Wseco} \times 100$$

Donde:

W	: Peso seco del agregado fino	489.2	gr.
W1	: Muestra saturada con superficie seca del agregado fino	500.0	gr.
W2	: Picnometro + agua	638.0	gr.
W3	: Picnometro + agua + muestra	961.7	gr.
Wseco	: Peso seco del agregado grueso	4000.0	gr.
Ws	: Muestra saturada con superficie seca del agregado grueso	4180.0	gr.
Wa	: Peso de la muestra en el agua	2449.0	gr.

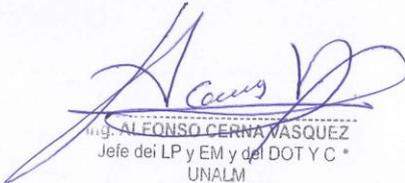
#### PARA EL AGREGADO FINO

Pe SSS =	2.84
Pe =	2.77
% A =	2.21

#### PARA EL AGREGADO GRUESO

Pe SSS =	2.41
Pe =	2.31
% A =	4.50

Observación: Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante

  
Ing. ALFONSO CERNA VASQUEZ  
Jefe de LP y EM y de DOT Y C \*  
UNALM



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN  
**INFORME N° 561 - 18' LP y EM-UNALM**

**SOLICITANTE:** : BORIS FERNANDO MUCHA SOSA  
**PROYECTO:** : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO F'c= 210 kg/cm2 CON AGREGADO  
 : RECICLADO DE DEMOLICION PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA URBANIZACION SAN  
 CARLOS - SJL 2018  
**UBICACIÓN:** : URBANIZACION SAN CARLOS - SJL 2018  
**FECHA DE RECEPCION** : La Molina, 1 de Octubre de 2018  
**FECHA DE EMISION** : La Molina, 27 de Noviembre de 2018

---

**MUESTRA** : AGREGADOS

**DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO-NTP 400.017**

**PESO VOLUMETRICO PARA EL AGREGADO FINO**

$$\gamma_s = \frac{M_s}{V_r}$$

$$\gamma_c = \frac{M_c}{V_r}$$

**Ms** : Peso del material suelto 3.747 kg.  
**Mc** : Peso del material compact 4.875 kg.  
**Vr** : Volumen del recipiente 0.00279 m<sup>3</sup>  
**gs** : Peso volumetrico suelto kg/m<sup>3</sup>  
**gc** : Peso volumetrico compacto kg/m<sup>3</sup>

**gs = 1343.01**

**gc = 1747.31**

**PESO VOLUMETRICO PARA EL AGREGADO GRUESO**

$$\gamma_s = \frac{M_s}{V_r}$$

$$\gamma_c = \frac{M_c}{V_r}$$

**Ms** : Peso del material suelto 3.043  
**Mc** : Peso del material compact 3.405  
**Vr** : Volumen del recipiente 0.00279  
**gs** : Peso volumetrico suelto kg/m<sup>3</sup>  
**gc** : Peso volumetrico compacto kg/m<sup>3</sup>

**gs = 1090.68**

**gc = 1220.43**

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD-NTP 339.185**

**PARA EL AGREGADO FINO**

$$\% H = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$$

donde:

**% H** : humedad natural  
**Ph** : peso humedo 800.0 gr.  
**Ps** : peso seco 783.9 gr.

**% H = 2.06**

**PARA EL AGREGADO GRUESO**

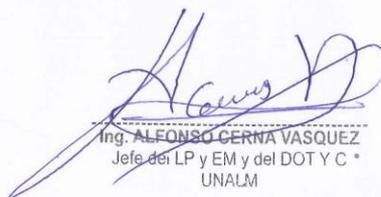
$$\% H = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$$

donde:

**% H** : humedad natural  
**Ph** : peso humedo 1200.0 gr  
**Ps** : peso seco 1178.0 gr

**% H = 1.87**

**Observación:** Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante

  
 Ing. ALFONSO CERNA VASQUEZ  
 Jefe del LP y EM y del DOT Y C \*  
 UNALM



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

## LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° 569\_1 - 18' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : BORIS FERNANDO MUCHA SOSA  
OBRA : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO F'c= 210 kg/cm2 CON AGREGADO RECICLADO DE DEMOLICION PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA URBANIZACION SAN CARLOS - SJL 2018  
UBICACIÓN : URBANIZACION SAN CARLOS - SJL 2018  
ENSAYO : ASTM - C39  
FECHA DE RECEPCION : 21 de Noviembre de 2018  
FECHA DE EMISION : 30 de Noviembre de 2018

### RESULTADOS DE LA ROTURA

MUESTRA	FECHA MOLDEO	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	DIMENSIONES pulg.	AREA cm²	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm²
M - 1	21/10/2018	28/10/2018	7	6" * 12"	182.4	35534.47	194.80
M - 2	21/10/2018	28/10/2018	7	6" * 12"	182.4	38398.38	210.50
M - 3	21/10/2018	28/10/2018	7	6" * 12"	182.4	36160.15	198.23
M - 4	21/10/2018	28/10/2018	7	6" * 12"	182.4	34432.68	188.76
M - 5	21/10/2018	28/10/2018	7	6" * 12"	182.4	34374.31	188.44
M - 6	21/10/2018	28/10/2018	7	6" * 12"	182.4	34257.56	187.80

M - 1 GRUPO P - 1  
M - 2 GRUPO P - 2  
M - 3 GRUPO A - 1  
M - 4 GRUPO A - 2  
M - 5 GRUPO B - 1  
M - 6 GRUPO B - 2



Ing. ALFONSO CERNA VASQUEZ  
Jefe del LP y EM y del DOT Y C \*  
UNALM

**OBSERVACION :** Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante (fecha y origen), el laboratorio solo es responsable de la rotura.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES**

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° 569\_1 - 18' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : DESARROLLO INMOVIARIO CONSTRUCTOR SAC  
OBRA : PROGRAMA TECHO PROPIO AVN  
UBICACIÓN : PUENTE PIEDRA  
ENSAYO : ASTM - C39  
FECHA DE RECEPCION : 28 de Noviembre de 2018  
FECHA DE EMISION : 30 de Noviembre de 2018

**RESULTADOS DE LA ROTURA**

MUESTRA	FECHA MOLDEO	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	DIMENSIONES pulg.	AREA cm <sup>2</sup>	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>
M - 1	21/10/2018	04/11/2018	14	6" * 12"	182.4	45549.06	249.70
M - 2	21/10/2018	04/11/2018	14	6" * 12"	182.4	44253.91	242.60
M - 3	21/10/2018	04/11/2018	14	6" * 12"	182.4	41535.92	227.70
M - 4	21/10/2018	04/11/2018	14	6" * 12"	182.4	39675.29	217.50
M - 5	21/10/2018	04/11/2018	14	6" * 12"	182.4	39383.42	215.90
M - 6	21/10/2018	04/11/2018	14	6" * 12"	182.4	39328.70	215.60

M - 1 GRUPO P - 1  
M - 2 GRUPO P - 2  
M - 3 GRUPO A - 1  
M - 4 GRUPO A - 2  
M - 5 GRUPO B - 1  
M - 6 GRUPO B - 2

  
Ing. ALFONSO CERNA VASQUEZ  
Jefe del LP y EM y del DOT Y C \*  
UNALM

**OBSERVACION** : Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante (fecha y origen), el laboratorio solo es responsable de la rotura.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES**

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° 569\_1 - 18' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : DESARROLLO INMOVIARIARIO CONSTRUCTOR SAC  
OBRA : PROGRAMA TECHO PROPIO AVN  
UBICACIÓN : PUENTE PIEDRA  
ENSAYO : ASTM - C39  
FECHA DE RECEPCION : 28 de Noviembre de 2018  
FECHA DE EMISION : 30 de Noviembre de 2018

**RESULTADOS DE LA ROTURA**

MUESTRA	FECHA MOLDEO	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	DIMENSIONES pulg.	AREA cm <sup>2</sup>	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>
M - 1	21/10/2018	18/11/2018	28	6" * 12"	182.4	45913.89	251.70
M - 2	21/10/2018	18/11/2018	28	6" * 12"	182.4	45020.05	246.80
M - 3	21/10/2018	18/11/2018	28	6" * 12"	182.4	43487.76	238.40
M - 4	21/10/2018	18/11/2018	28	6" * 12"	182.4	42192.62	231.30
M - 5	21/10/2018	18/11/2018	28	6" * 12"	182.4	39547.60	216.80
M - 6	21/10/2018	18/11/2018	28	6" * 12"	182.4	40386.71	221.40

M - 1 GRUPO P - 1  
M - 2 GRUPO P - 2  
M - 3 GRUPO A - 1  
M - 4 GRUPO A - 2  
M - 5 GRUPO B - 1  
M - 6 GRUPO B - 2

Ing. ALFONSO CERNA VASQUEZ  
Jefe dei LP y EM y del DOT Y C \*  
UNALM

**OBSERVACION** : Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante (fecha y origen), el laboratorio solo es responsable de la rotura.

## Proceso de recolección del agregado reciclado



# Pruebas de Laboratorio







**Anexo 4. Análisis del comportamiento mecánico del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> con agregados reciclados de demolición, San Juan de Lurigancho 2018**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿Cuál será el resultado al analizar el comportamiento mecánico del concreto, con agregados reciclados de demolición?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</b></p> <p>1 ¿Cuál es la diferencia de características físicas del agregado reciclado proveniente de demolición y del agregado natural de cantera?</p> <p>2 ¿Cuáles son las variaciones de las propiedades mecánicas del concreto elaborado con agregados reciclados?</p> <p>3 ¿Cuál es la factibilidad de agregado grueso derivado de demolición en la producción de un concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b> Determinar las variaciones que presenta el concreto con agregados reciclados, ensayando con diferentes cantidades de agregados gruesos reciclados. Para así determinar sus propiedades y pueda ser empleado en construcciones de viviendas unifamiliares en San Juan de Lurigancho.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>1- Determinar las características físicas de agregado reciclado y de los agregados naturales para identificar la variación entre ambos.</p> <p>2- Analizar las propiedades mecánicas de concreto con agregados con agregados naturales asimismo del concreto con agregados reciclados mediante ensayos de laboratorio.</p> <p>3- Determinar la factibilidad del agregado grueso reciclado procedente de demoliciones en la producción de concreto.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL:</b> El comportamiento mecánico del concreto con agregado reciclado de demolición, presenta una resistencia igual que el agregado natural.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:</b></p> <p>1- Las características físicas que presente el concreto con agregados reciclados frente a las propiedades del concreto con agregados de cantera serán inferiores.</p> <p>2- Las propiedades mecánicas del concreto con agregados reciclado y agregado natural no variaran significativamente.</p> <p>3- El agregado grueso reciclado procedente de demolición no resulta factible en la producción de concreto.</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b></p> <p><b>Agregado reciclado procedente de demoliciones</b></p> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b></p> <p><b>Estudio del comportamiento o mecánico del concreto</b></p>	<p>Características físicas del agregado</p> <p>Características mecánicas del concreto</p>	<p>-Granulometría -Humedad -Peso Específico -Absorción -Peso Unitario</p> <p>-Resistencia a la compresión -Asentamiento</p>	<p align="center"><b>Población</b></p> <p>La población que se tomara para la presente investigación es de tipo infinito dado que no se presenta una cantidad establecida para el número de probetas que se pueden realizar para los ensayos que se ejecutaran en la presente investigación, es por ello que el número de probetas dependerá únicamente de la condición económica de los investigadores.</p> <p align="center"><b>Muestra</b></p> <p>La muestra que se tomara para la siguiente investigación siendo esta de tipo probabilística e intencional y por elección de los investigadores, en el presente caso se tomara una muestra de 24 de probetas, 8 por cada grupo de concreto, que serán elaborados con agregado grueso natural y agregados reciclados en diferentes cantidades, para lo cual se realizaran ensayos de resistencia a la compresión, asimismo de asentamiento y peso unitario de acuerdo a las dosificaciones de los agregados y respetando lo establecido por las Normas Técnicas Peruanas NTP.</p>

## Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, Mucha Sosa Boris Fernando, egresado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Sede Lima Este, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación/Tesis titulado: "Análisis del comportamiento mecánico del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con agregados reciclados de demolición, San Juan de Lurigancho 2019.

". Es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación/Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Lugar y fecha, San Juan de Lurigancho 20-12-2019

Apellidos y Nombres del Autor: MUCHA SOSA BORIS FERNANDO	
DNI: 70784563	Firma 
ORCID: 0000-0002-7132-8383	