



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Resistencia del concreto  $F_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, sustituyendo el 15% y 25% del cemento por cáscara de huevo y cal, Nuevo Chimbote, Ancash – 2020”

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

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Baldeon Rodriguez, Alexander David (ORCID: 0000-0001-7349-2817)

Quispe Fajardo, Angie Nicole Alessandra (ORCID: 0000-0001-8026-6850)

**ASESOR:**

Mgr. Muñoz Arana, José Pepe (ORCID: 0000-0002-9488-9650)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**CHIMBOTE – PERÚ**

**2020**

## **Dedicatoria**

En primer lugar, a Dios, por bendecirnos en el transcurso de estos años, por iluminar nuestros caminos profesionales y por brindarnos el gran privilegio de llegar a esta hermosa etapa de nuestras vidas.

En honor a nuestros queridos padres y hermanos, por ser la razón de superación de nuestra vida profesional, por apoyarnos, aconsejarnos y siempre motivándonos para seguir adelante en nuestra carrera y jamás rendirnos. Todo, es gracias a ustedes.

A nuestros asesores, quienes fueron parte de nuestra educación y formación profesional, por las enseñanzas y orientaciones durante estos años.

**Baldeon Rodriguez Alexander David**

**Quispe Fajardo Angie Nicole Alessandra**

## **Agradecimiento**

Agradecemos a Dios, por bendecirnos y por permitirnos formarnos como profesionales.

Le agradecemos a nuestros padres y hermanos por su infinito amor y educarnos con grandes valores; asimismo, por motivarnos y enseñarnos a no caer en la derrota, siempre luchando por nuestras metas.

Un agradecimiento especial, a nuestra gran amiga Cerna Roldan Cinthia Celeste y a todos nuestros amigos de la universidad César Vallejo, quienes sin esperar algo a cambio nos apoyaron para que esta investigación se logre desarrollar.

Gracias a nuestro asesor el ingeniero José Pepe Muñoz Arana por brindarnos sus conocimientos y sus consejos para culminar con el trabajo de investigación.

**Baldeon Rodriguez Alexander David**

**Quispe Fajardo Angie Nicole Alessandra**

## Índice de contenidos

Pág.

<b>Carátula</b> .....	i
<b>Dedicatoria</b> .....	ii
<b>Agradecimiento</b> .....	iii
<b>Índice de contenidos</b> .....	iv
<b>Índice de tablas</b> .....	v
<b>Índice de gráficos</b> .....	vi
<b>Índice de figuras</b> .....	vii
<b>Resumen</b> .....	viii
<b>Abstract</b> .....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	4
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	15
<b>3.1. Tipo y diseño de investigación</b> .....	15
<b>3.2. Variables y operacionalización</b> .....	16
<b>3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis</b> .....	17
<b>3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	19
<b>3.5. Procedimientos</b> .....	20
<b>3.6. Método de análisis de datos</b> .....	25
<b>3.7. Aspectos éticos</b> .....	26
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	28
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	41
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	46
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	48
<b>REFERENCIAS</b> .....	49
<b>ANEXOS</b> .....	58

## Índice de tablas

	Pág.
<b>Tabla N° 1.</b> <i>Muestras de concreto patrón y experimental.</i> .....	17
<b>Tabla N° 2.</b> <i>Resistencias de la muestra patrón en diferentes edades.</i> .....	28
<b>Tabla N° 3.</b> <i>Resistencias de la muestra experimental 15% en diferentes edades.</i> .....	29
<b>Tabla N° 4.</b> <i>Resistencias de la muestra experimental 25% en diferentes edades.</i> .....	31
<b>Tabla N° 5.</b> <i>Resumen de promedios de las muestras patrón y experimental.</i> .....	32
<b>Tabla N° 6.</b> <i>Porcentajes de óxido sobre las cáscaras de huevo.</i> .....	35
<b>Tabla N° 7.</b> <i>Composición Química (% peso).</i> .....	36
<b>Tabla N° 8.</b> <i>Resumen de los resultados extraídos del informe del laboratorio.</i> .....	38
<b>Tabla N° 9.</b> <i>Análisis de varianza.</i> .....	39

## Índice de gráficos

	Pág.
<b>Gráfico N° 1:</b> Variación de las resistencias de la muestra patrón. ....	29
<b>Gráfico N° 2:</b> Variación de las resistencias de la muestra experimental 15%. ....	30
<b>Gráfico N° 3:</b> Variación de las resistencias de la muestra experimental 25%. ....	32
<b>Gráfico N° 4:</b> Resistencia a la compresión de concreto patrón y experimental. ...	33
<b>Gráfico N° 5:</b> Porcentaje óptimo en las probetas experimental. ....	34
<b>Gráfico N° 6:</b> Curva de FISHER. ....	39

## Índice de figuras

	Pág.
<i>Figura N° 1.</i> Esquema del diseño de investigación. ....	15
<i>Figura N° 2.</i> Ensayo de Fluorescencia de Rayos X sobre las cáscaras de huevo. .....	35
<i>Figura N° 3.</i> Ensayo de Fluorescencia de Rayos X sobre la cal. ....	37

## Resumen

La presente investigación propuso como objetivo general determinar la resistencia del concreto  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, sustituyendo el 15% y 25% del cemento por cáscaras de huevo y cal, Nuevo Chimbote, Ancash – 2020, en ese sentido se realizó el ensayo de la resistencia a la compresión siendo una de las propiedades más importantes del concreto. Además, el tipo de investigación es aplicada tratando un diseño experimental dentro de la modalidad cuasi-experimental, esto quiere decir que, se extrajo varias muestras distribuyéndolos en grupo patrón y en grupos experimentales tal es el caso del 15% (10% polvo de cáscaras de huevo + 5% cal) y el 25% (15% polvo de cáscaras de huevo + 10% cal).

El desarrollo de la investigación fue por una serie de ensayos inclusive se elaboraron 36 testigos cilíndricos estudiados a los 7, 14 y 28 días en el laboratorio con el apoyo del técnico.

En definitiva, el análisis de los resultados se determinó que el concreto patrón superó la  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> pero tan sólo el concreto experimental en sustitución del 15% alcanzó una resistencia elevada en la edad de 28 días mientras que la sustitución del 25% no logró superar al patrón.

**Palabras clave:** Resistencia, concreto, sustitución, cáscaras de huevo y cal



## Abstract

The present investigation proposed as a general objective to determine the resistance of concrete  $F^c$  210 kg / cm<sup>2</sup>, replacing 15% and 25% of the cement with eggshells and lime, Nuevo Chimbote, Ancash - 2020, in that sense the test was carried out of compressive strength being one of the most important properties of concrete. In addition, the type of research is applied treating an experimental design within the quasi-experimental modality, this means that several samples were extracted distributing them in a standard group and in experimental groups such is the case of 15% (10% shell powder eggs + 5% lime) and 25% (15% eggshell powder + 10% lime).

The development of the research was by a series of tests including 36 cylindrical controls studied at 7, 14 and 28 days in the laboratory with the support of the technician.

Ultimately, the analysis of the results determined that the standard concrete exceeded the  $f^c$  210 kg / cm<sup>2</sup> but only the experimental concrete replacing 15% reached a high resistance at the age of 28 days while the replacement of 25 % failed to beat the pattern.

**Keywords:** Resistance, concrete, substitution, eggshells and lime

## I. INTRODUCCIÓN

En estos últimos años, el desarrollo urbano se ha ido incrementando; es así como va de la mano con las actividades de construcción, entre ellos los estudios y el análisis de aditivos o agregados fueron portadores de alta demanda en materiales como el cemento, no obstante a ello, se conoció que al ser procesada trae consigo impactos negativos al medio ambiente, además el precio de este material aumenta con el transcurso del tiempo. Sin embargo, se requirió conocer particularmente la resistencia del concreto  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> al ser sometido a la compresión, reaccionando a aditivos nuevos y fuera de lo común, por ello se brindó propuestas en materiales como cáscaras de huevo y cal.

Evidentemente la problemática descrita sobre el concreto que no es totalmente duradero, se hizo necesario resaltar que existieron adiciones por las cuales brindaron apoyo a esta materia, eso quiere decir que a nivel mundial, el diario *El Espectador* publicó acerca del concreto a base de cáscaras de huevo planteado por un grupo de investigadores, lo primero que optó fue realizar un proceso de incineración a las cáscaras de huevo para eliminar todo tipo de impureza orgánica, sin embargo se sustituyó con éxito sólo un 5% del calcio utilizado para elaborar cemento sin sufrir variaciones a las propiedades de mezcla siempre y cuando manteniendo su resistencia, pese a ello se siguió con la investigación en tiempos futuros para conseguir no sólo un 5% sino el 15% de la mezcla (Caicedo, 2019). En conclusión esta investigación tuvo como finalidad encontrar óptimas soluciones para lograr modelos de construcciones sostenibles.

De la misma forma, se investigó una fuente tal es el caso de la radiotelevisión española notició un nuevo estudio descubierto por un grupo de investigadores entre ellos Marie Jackson, indicó que hace 2.000 años de antigüedad existió un hormigón fabricado por cenizas volcánicas, cal y agua de mar. Entonces se llevó a cabo la investigación en laboratorios sobre el concreto antiguo por lo cual mostró un papel importante en estructuras frente al mar; es así como, se utilizó la técnica de los rayos X revelando partículas de cal conocido como óxido de calcio o CaO. De este modo, los investigadores buscaron reemplazar el cemento Portland por materiales menos contaminantes originando menos susceptibilidad en las fracturas del concreto con el paso del tiempo (RTVE, 2017).

En el Perú ocurre que, la combinación de las cáscaras de huevo y cal en el concreto fue poco conocida, pero se propuso una nueva alternativa para la ingeniería, normalmente se conoció que al usar estas materias originaría una disminución a riesgos ambientales y un movimiento económico más sostenible. Por otro lado, debido a la existencia de estas materias primas será provechosa, práctica y económica; en tal sentido, el concreto requirió una composición de aditivos o agregados con mayor resistencia, proporcionando durabilidad y trabajabilidad manteniendo sus propiedades y su calidad dentro de la construcción.

En esta perspectiva, la investigación se orientó en la región Ancash, específicamente las viviendas de Chimbote han mostrado una realidad problemática en estado grave debido a que sufren de deterioro por la existencia de materiales no adecuados para la construcción y de mala calidad, asimismo existió un factor importante es el proceso constructivo, la presencia de humedad en la zona trajo consigo la debilidad de la estructura; por ello, los elementos estructurales fueron afectados por el contacto con el medio ambiente; por lo tanto, se optó incorporar nuevos materiales dentro del concreto para superar las desventajas por las que sufre, con el fin de obtener resultados favorables dentro de las pruebas de compresión  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> y brindando mayor duración al material para los diseños futuros en la sociedad.

En relación a la problemática expuesta, se formuló la pregunta de investigación: *¿Cómo influye la sustitución del cemento por el 15% y 25% de cáscara de huevo y cal en la resistencia del concreto  $F'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>?*

Luego, se señaló algunos aspectos claves para precisar la justificación en la investigación, se sugirió desarrollar una mejor alternativa para la problemática existente en la ciudad de Chimbote, es así que dentro de la *relevancia social* se buscó beneficiar a los propietarios de las viviendas, por eso se reutilizó productos naturales creando un mejor comportamiento en su resistencia y más trabajabilidad dentro del concreto con adiciones de cáscaras de huevo y cal en comparación al concreto común. Mientras tanto, la *relevancia metodológica* se indagó mediante trabajos científicos que esta investigación puede ser buena

elección para el concreto ya que se requirió resistir un  $f_c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup> respetando los parámetros estandarizados con ayuda de laboratorios certificados, equipos calibrados y personas capacitadas con el simple objetivo de obtener resultados completamente favorables para ser utilizados en campo. Por otra parte, la *relevancia económica* brindó una estrategia de ayuda para las personas y empresas industriales para invertir en edificaciones sostenibles y duraderas como se solía construir grandes monumentos en tiempos remotos, igualmente estas materias primas brindarían una reducción de costos en materiales cementicios ya que los productos propuestos para esta investigación pueden ser fabricados en gran volumen a nivel nacional.

Finalmente, Ashfaque [et al.] (2018, p. 1) en su revista titulada “Utilization of Palm Oil Fuel Ash and Eggshell Powder as Partial Cement Replacement - A Review” manifestaron la existencia de materiales entre ellos: cáscaras de huevo, a pesar de ser un material de desecho optó por ser una alternativa en el ámbito de reutilización para evitar problemas ambientales; cabe decir que, la *relevancia ambiental* trajo consigo el uso de materiales apropiados para la protección al medio ambiente, siempre y cuando se cumpla con su vida útil pero pueden ser adquiridos en reutilización o reciclaje y no convertirse en desechos sanitarios.

En la medida que se conoció la problemática fundamentada sobre el concreto, se formuló como hipótesis, *la sustitución del cemento por el 15% y 25% de cáscaras de huevo y cal influyó significativamente la resistencia del concreto  $F_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.*

Es por ello que, el objetivo general de esta investigación es determinar la resistencia del concreto  $F_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, sustituyendo el 15% y 25% del cemento por cáscaras de huevo y cal, Nuevo Chimbote, Ancash – 2020, además se quiere comprobar la hipótesis planteando objetivos específicos necesarios para el desarrollo de la investigación, las cuales fueron: determinar la resistencia de compresión  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> en concreto patrón y concreto experimentales a los 7, 14 y 28 días. Además, se buscó determinar el porcentaje óptimo de la cáscara de huevo y cal para obtener la máxima resistencia del concreto y por último determinar los componentes químicos del polvo de la cáscara de huevo y cal.

## II. MARCO TEÓRICO

En el país, la utilización de las cáscaras de huevo con la cal adicionándolo al concreto no es muy existente, por ello se hizo una ardua revisión a diversos antecedentes en el nivel internacional y nacional que sirvieron de gran aporte en la investigación.

Desde un inicio, se hicieron estudios a nivel internacional Gowsika, Sarankokila y Sargunan (2014, p. 65), en su revista titulada “Experimental Investigation of Egg Shell Powder as Partial Replacement with Cement in Concrete”, tuvo como objetivo principal determinar la resistencia del mortero aplicando las cáscaras de huevo como reemplazo parcial del cemento ordinario proporcionando un diseño de mezcla con los siguientes porcentajes de sustitución del 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% con relación al peso del cemento, brindando como resultado que a menor porcentaje de sustitución se obtuvo mejor resistencia.

Asu vez, la revista titulada “Experimental Study on Partial Replacement of Cement with Egg Shell Powder” se propuso el objetivo de combinar el polvo de cáscara de huevo con vapores de sílice; siendo el caso de la investigación se distribuyó el polvo de cáscaras de huevo (10%, 20% y 30%) y sílice (5%, 10% y 15%) del peso del cemento. De tal motivo, se concluyó que sólo con polvo de cáscara de huevo mejoró la resistencia en un 15% abarcando satisfactoriamente el ámbito económico (Kumar, Sarathy y Ravindraraj, 2015, p.1).

Mientras que, Dhanalakshmi, Sowmya y Chandrashekar (2015) en su revista “A Comparative Study on Egg Shell Concrete with Partial Replacement of Cement by Fly Ash” tuvo el objetivo de utilizar los residuos propuestos como reemplazo de cemento y experimentar varias propiedades como trabajabilidad, resistencia a la compresión y densidad. Sin duda, se concluyó que la resistencia  $f_c$  del hormigón en combinación de 7.5% cáscaras de huevo y 5% cenizas volantes fue de un concreto óptimo a los 7, 28 y 56 días de curado (p. 1).

De modo similar, Parthasarathi, Prakash y Satyanarayanan (2017), con la revista “Experimental study on partial replacement of cement with egg shell powder and silica fume”; consistió en utilizar el polvo de la cáscara de huevo y humo de sílice

como agregados que limitarán al cemento, también la investigación fue experimental, se concluyó que al aplicar ambos materiales con los porcentajes de uso en un 5%, 10% y 15% de polvo de cáscara de huevo y el humo de sílice por 2.5%, 5% y 7.5%, mejoró la resistencia pero sólo bastó con aplicar las cáscaras de huevo para que éste aumente (p. 442).

De esta manera, Sheelan (2017), con el artículo “Improving mechanical properties of lightweight Porcelanite aggregate concrete using different waste material”; consistió en utilizar el polvo de la cáscara de huevo y vidrio como agregados que limitarán al cemento. El trabajo de investigación fue experimental; por ello, se concluyó que al aplicar ambos materiales con los porcentajes de uso en 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de polvo de cáscara de huevo y vidrio; en definitiva, se mejoró la resistencia con un 20% pero sólo bastó con aplicar polvo de vidrio para causar una mejora dentro de las propiedades (p. 1).

Ahora, Yeong (2017), con la tesis “Properties of concrete containing eggshell powder as partial cement replacement”; consistió en reutilizar las cáscaras de huevo como agregado que contó con alto contenido de proteínas; cabe señalar que, el tiempo será un reemplazo parcial del cemento. En síntesis, el efecto del curado con agua manejó una sustitución del 15% de hormigón con cáscara de huevo secado en horno lo cual alcanzó una mayor resistencia por medio de roturas; por esta razón, el curado con agua promueve una mejor hidratación que mejoran las estructuras internas (p. 21).

Por otro lado; Aizpurúa, Caballero y Moreno (2018), con la revista “Estudio del concreto de alta resistencia con el uso de cenizas de materiales orgánicos y polímeros”, tuvo como objetivo evaluar la adición de caucho y cenizas procedentes de materiales orgánicos en la resistencia a compresión y en la capacidad de deformación, se usó proporciones de ceniza de cáscara de huevo (1.5% y 2.0%) y ceniza de cascarilla de arroz (1.5% y 2.0%) con el fin de determinar el porcentaje óptimo de éstas, se concluyó que al emplear cenizas de cáscara de huevo presentó una alta resistencia al concreto teniendo como proporción óptima 1.5% mientras que las cenizas de cascarilla de arroz redujo la resistencia a la compresión (p. 1).

Asimismo; Bhartiya y Dubey (2018, p. 1), en su revista titulada “Replacement of Cement with Coconut Shell Ash and Egg Shell Powder for Preparation of Fresh Concrete”, consistió en utilizar polvo de cáscara de huevo y ceniza de cáscara de coco como reemplazo del cemento; por ello, se concluyó que el reemplazo del 10% alcanzó la resistencia a la compresión en los tiempos de curado de 7 y 28 días superando al convencional; mientras que la sustitución del 12% y 13% disminuyeron en su resistencia obtenida.

De allí, Yu, Choo y Ing (2018), en su revista “Eggshell as a partial cement replacement in concrete development”, tuvo como objetivo principal identificar el comportamiento del polvo de cáscara de huevo secado al horno como cemento parcial, se manejó las cantidades de sustitución en 5%, 10%, 15% y 20%. Por consiguiente, se concluyó que la resistencia a la compresión obtuvo hasta un 51.1% debido que el material llenó los vacíos existentes convirtiéndolo más impermeable (p. 1).

En igual forma, la revista titulada “Physical and Mechanical Properties of Concrete Using Residual Powder from Organic Waste as Partial Cement Replacement” se propuso el objetivo de evaluar la sustitución parcial del cemento por un polvo residual obtenido de la descomposición química de residuos orgánicos de origen vegetal y animal, tal es el caso de, restos de alimentos (carne, vegetales, frutas, cáscara de huevo), papel, madera, huesos y semillas. De esta manera, se demostró que la mezcla del porcentaje de sustitución en un 5% de polvo residual superó al concreto de referencia (Izquierdo, Soto y Ramalho, 2018, p. 1)

Por consiguiente, Ren (2018), con la tesis “Experimental study on concrete of blended cement with eggshell powder and fly ash”; consistió en reciclar las cáscaras de huevo como agregado en efecto contó con alto contenido de carbonato de calcio, a condición de que guardó una similitud con la composición química de la piedra caliza. Así como, la composición de las cenizas se halló dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>), óxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y calcio óxido (CaO) lo cual sirvió de reemplazo parcial del cemento. En todo caso, se concluyó que la optimización del efecto de curado con agua fue la sustitución del 15%

manteniendo la mayor resistencia por la rotura. El curado con agua promueve una mejor hidratación que mejoran las estructuras internas (p.7).

Al mismo tiempo, la revista titulada “Analysis of eggshell powder as a partial replacing material in concrete”, planteó como objetivo determinar la trabajabilidad y las propiedades de refuerzo tales como la resistencia a la compresión, tracción y flexión del hormigón utilizando varios porcentajes (0%, 2.5%, 5%, 7.5% y 10%) de polvo de cáscara de huevo por peso en lugar de cemento; debido a esto, se infirió que el porcentaje satisfactorio de reemplazo fue 7.5% alcanzando una resistencia máxima de 8% a los 28 días de curado (Gabol [et al.], 2019, p. 1).

En síntesis, las investigaciones internacionales indicaron conformidad al aplicar el material de las cáscaras de huevo en proporciones ya designadas porque brindó resistencia al concreto en condiciones sumamente favorables.

De las citas anteriores, se investigó antecedentes a nivel nacional; Pacco (2016, p.12), en su tesis “Efecto de la adición de cal en la resistencia a la compresión de un concreto”, tuvo como objetivo determinar la resistencia del concreto con diferentes proporciones de cal para las estructuras. La investigación fue experimental, se concluyó que a mayor porcentaje de uso de la cal se pierde la resistencia a la compresión del concreto y a su vez se efectuó el diseño de mezcla adecuado a la variación del concreto dando como resultado que el 5% es el óptimo para un concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando cal.

Del mismo modo, Malca (2018) en su tesis “Efecto de la incorporación de cal en la resistencia a la compresión del concreto, Cajamarca – 2018”, propuso como principal objetivo determinar el efecto de la incorporación del recurso cal viva en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  comparado con la muestra patrón, el tipo de investigación fue experimental. Asu vez, se concluyó que al añadir 1%, 3% y 5% de cal, la resistencia obtenida no fue favorable ya que desciende de la resistencia  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>; aunque la muestra patrón presenta un crecimiento de fuerza de compresión en el tiempo de 14 y 28 días (p. 12).

Es por ello que, Camones (2018, p.8), con la tesis “Resistencia de adoquines de concreto  $f'c = 320$  kg/cm<sup>2</sup>, sustituyendo el cemento en 10% por la combinación



de ceniza de bagazo de cebada y cáscara de huevo” planteó en determinar la resistencia alcanzada por cemento sustituyendo con ceniza de bagazo de cebada y cáscara de huevo. La investigación fue experimental, se concluyó que los resultados fueron totalmente óptimos en la compresión a 7, 14, 21 y 28 días, se demostró que el incremento fue simultáneo a las resistencias superando al patrón con una carga máxima de 341.03 kg/cm<sup>2</sup> alcanzado a los 28 días de su rotura.

De la misma manera, Jaimes (2018), en su tesis “Resistencia de adoquines de concreto  $f_c = 320$  kg/cm<sup>2</sup>, sustituyendo el cemento en 15% y 30% por una combinación de cáscara de huevo y vidrio molido”, tuvo como objetivo determinar la resistencia a la compresión a los 28 días. La investigación fue experimental, como conclusión se obtuvo los siguientes valores en la sustitución del 15% fue 361.50 kg/cm<sup>2</sup>, para el 30% fue 325.28 kg/cm<sup>2</sup> y el adoquín patrón fue 350.28 kg/cm<sup>2</sup>, al realizar los ensayos se obtuvo como mejor resultado de sustitución fue el 15% por presentar una óptima resistencia a la compresión por cáscara de huevo y vidrio (p. 8).

Por su parte, Matías (2018, p.4), con la tesis “Resistencia de un concreto  $f_c=210$ kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo el 10% y 16% de cemento por una combinación de cáscara de huevo y ceniza de hoja de eucalipto”, determinar y comparar los resultados de la resistencia a la compresión del concreto patrón y experimental a los 7,14 y 28 días. El tipo de investigación fue experimental, se concluyó que a mayores días de curado se aprecia un aumento a la resistencia de la compresión teniendo como resultado máximo obtenido hasta 232.61 kg/cm<sup>2</sup> superando al patrón de 210.2 kg/cm<sup>2</sup>.

De allí, Saldaña (2018), en su tesis “Resistencia a la compresión y permeabilidad de mortero sustituyendo el cemento en 10% y 20% por polvo de cáscara de huevo y ceniza de cáscara de arroz”. La investigación fue experimental, llegó a la conclusión que los datos obtenidos en el ensayo de resistencia a los 28 días de curado el mortero patrón resultó 385 kg/cm<sup>2</sup> y se comparó con los resultados del mortero modificado por lo cual se vio un incremento de 10% a 20% arrojando

los siguientes datos 388 kg/cm<sup>2</sup> y 403 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente dando buenos resultados a la resistencia (p. 4).

Cabe destacar que, Pajuelo en su investigación titulado “Resistencia del concreto con cemento sustituido por la combinación de cal (en 0%, 10% y 12%) y arcilla (en 0%, 7% y 9%)” tuvo como objetivo obtener la combinación adecuada de cal y arcilla que sustituida al cemento en determinado porcentaje, mantenga o mejore la resistencia a la compresión del concreto de diseño. La investigación manejó el diseño experimental; por ende, se concluyó que la combinación 5 alcanzó una fuerza de compresión 237.22 kg/cm<sup>2</sup> subestimando la  $f_c$  del patrón con 111.87% (2018, p. 3).

Por otro lado, Reyes (2019, p.7), con la tesis “Resistencia a compresión de un concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> al sustituir al cemento en 4%, 6% y 8% por cáscara de huevo”, se enfocó en la determinación de las resistencias a la compresión del concreto patrón y experimental a los 7, 14, 28 días de curado. La investigación fue experimental, se llegó a la conclusión que al sustituir el 8% alcanzó una resistencia de 214.96 kg/cm<sup>2</sup> superando al resultado patrón con un 212.24 kg/cm<sup>2</sup>; es por eso que llega a ser factible para futuras edificaciones.

Además, Alfaro y Castro (2019), con la tesis “Análisis comparativo de las propiedades físicas-mecánicas del concreto de resistencias  $f_c = 210, 280, 350$  kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo material cementicio por cáscara de huevo”, la investigación fue experimental, como conclusión los resultados arrojados por los ensayos elaborados fueron favorables a solo 7 días de su rotura y dando como respuesta que es un acelerante para resistencia de temprana edad (p. 6).

Para Alvarado (2019, p. 20), en su tesis “Análisis del estado plástico y endurecido del concreto usando aditivo súper plastificante y la cáscara de huevo molido en concretos con hormigón”. La investigación fue experimental, se llegó a la conclusión que las cáscaras de huevo molido y aditivo súper plastificante arrojó óptimos resultados a partir de los 7 días de curado, superando las resistencias del concreto patrón y funciona como un aditivo acelerante para edades tempranas.

En resumen, los antecedentes nacionales fueron soporte de conformación al uso de las cáscaras de huevo y cal, debido que, se mostró un excelente comportamiento dentro del concreto en relación a la investigación.

A continuación, se tomó en cuenta algunas teorías relacionadas al título del informe de investigación en específico, se señaló a continuación:

Desde una perspectiva más general, Vakhshouri y Nejadi (2015, p.2), el diseño de mezcla del concreto fue un modo empírico; pese a ello, este procedimiento contó con varios defectos y cavidades dentro de su propio proceso, en lo principal fue identificar sus propiedades en mayor parte sus formas de diseño esto incluye la resistencia de la compresión para una edad determinada debido a esto se pudo conocer la calidad, trabajabilidad y manejabilidad del diseño de mezcla IN SITU.

Por otro lado, refiriéndose en la dosificación de una mezcla de concreto se presentó en dos estados: fresco y endurecido, en tal sentido, sus principales requerimientos fue la manejabilidad, resistencia y economía. Es así como, la dosificación se originó por medio de cálculos en distintos métodos y la preparación de ésta pasó por distintos ensayos de control de calidad como asentamiento y resistencia a la compresión, luego esta mezcla se comparó con especificaciones al no cumplir con lo establecido se tuvo que volver a realizar desde un inicio para que éste se coloque a servicio (Apayco [et al.], 2016, p.5).

Siendo una de las principales teorías, el concreto, conforme al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018) expresó que es una mezcla de cemento Portland o tipo hidráulico añadiéndole agregados, aire y agua, con o sin aditivos. Dicha textura requirió ciertas proporciones para obtener dichas propiedades, especialmente la resistencia: el cemento, el agua junto con los demás agregados buscaron generar un material heterogéneo (p. 451).

Concreto = Cemento Portland + Agregados + Aire + Agua

De acuerdo con el párrafo anterior, Mishra y Pathak expresaron que, el concreto es una mezcla homogénea con la única finalidad de soportar altas cargas de

compresión en comparación con las resistencias fluidas en tracción y flexión debido que es un material frágil (2017, p. 2).

Si bien es cierto que, la fragua del concreto fue la disminución de flexibilidad y/o plasticidad que sufrió la pasta de cemento después de haber mantenido su trabajabilidad; además, existió dos etapas de fraguado dependiendo de su tiempo fueron: Tiempo de fragua inicial se refirió cuando la masa inició su endurecimiento puesto que empieza a perder la plasticidad y se requirió en mantener un reposo absoluto; por otra parte, el tiempo de fragua final fue cuando la mezcla se convirtió en un bloque rígido para cumplir las pruebas de ley realizando el curado a los 7, 14 y 28 días (Aguinaga, 2019, p.37).

Dentro de este marco, los materiales fueron fundamentales para un concreto manejable tales como el cemento Portland, agregados entre fino y grueso, también el agua; asimismo, se mencionó los materiales adicionales según el tema de investigación. Mediante el Comité del ACI se manipuló tablas estandarizadas elaboradas por ensayos que pasan los agregados por la cual se permitió obtener valores para el diseño de mezcla.

Uno de los componentes más importantes, el cemento; según Macías [et al.] (2019, p.4), manifestó que se le conoce como cemento Portland, este producto fue comercializado a nivel mundial a su vez existió grandes variedades de cementos para distintos propósitos. Inclusive, contendría compuestos químicos que otorgarían propiedades adhesivas durante la mezcla por lo cual se brindó uso a los diseños más habituales como los cimientos y paredes de bloques o ladrillos.

Algo semejante expresó Prashant sobre el cemento Portland llegó ser aquel material pulverizado del Clinker producto de la calcinación hasta la fusión incipiente de una pasta tipo arcilloso y calcáreo (2019, p. 3).

En ese mismo contexto, la clasificación del cemento Portland se dividió en cinco tipos por los cuales se encontraron normalizados por las especificaciones del ASTM, por esta razón que, el Tipo I fue el cemento de uso común en edificaciones hechas de concreto y también los trabajos de albañilería; por ello,

el cemento Tipo II se le aplicó a obras expuestas al ataque de sulfatos y calor de hidratación. El cemento Tipo III desarrolló una resistencia rápida esto significó que en un máximo de tres días ya se obtendría firmeza dentro del concreto; es necesario mencionar que, el cemento Tipo IV necesitó que la fragua se encuentre bajo calor esto se apreció en los vaciados de presas hechos de concreto. En último lugar, el cemento Tipo V expresó alta resistencia ante sales, este concreto actuó mayormente al contacto con el agua de mar y en obras hidráulicas (Manual del Maestro Constructor, 2010, p. 17).

Asu vez, es de gran importancia considerar los agregados, Abanto (2016), infirió que fueron materiales inertes que al combinarse con el cemento y agua se formó el concreto; estos agregados se dividieron en agregado fino: la arena fina y arena gruesa mientras que el agregado grueso: la piedra y grava. Por ello, el agregado fino se consideró aquel material de dimensiones mínimas y que pasan por el tamiz 9.5 mm (Nº 3/8") donde el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) realizó una granulometría teniendo en cuenta que debe pasar por las mallas Nº 4, 8, 16, 30, 50 y 100 ya normalizadas; por otro lado, el agregado grueso fue aquel material retenido por el tamiz 4.75 mm (Nº 4) por el cual su granulometría debió estar graduado dentro de la normativa ASTM (p. 23).

Como base fundamental, el agua para Bustamante (2018, p. 26), fue el elemento básico y sustancial dentro de la mezcla del concreto podría ser más satisfactorio si es potable. La calidad del agua debió estar limpia y sin muestras de materia orgánica tales como fango, si en todo caso surgió las dudas sobre la calidad se deberá realizar un análisis químico. Cuando las impurezas se pronuncian dentro del agua y fue usado en la mezcla afectaría el tiempo de fraguado, la resistencia y estabilidad del volumen.

En lo esencial, se dio mención a los agregados que reemplazaron al cemento en diferentes proporciones, uno de ellos fue las cáscaras de huevo; Matías (2018), declaró que la cáscara fue la capa protectora del huevo a través del cual constituyó en un 9 a 12 % del peso del huevo y se formó por sustancias minerales entre ellos la más importante Carbonato de Calcio (94.0%) teniendo en cuenta que existió otros principios minerales como el fosfato tricálcico, entre otros (p.20).

En otras palabras, las cáscaras de huevo constó de varias capas entre ellos la capa superior siendo la zona externa del huevo contiene  $\text{CaCO}_3$ , lo cual es lo mismo que una cutícula orgánica (Reddy, Subhashini y Suresh, 2018, p. 1). De manera idéntica; Bolognini, Martínez y Troconis de Rincón (2015) manifestaron la excesiva demanda que causa el cemento en el rubro comercial; en breve, se indicó que las cáscaras de huevo es un material rico en calcio con un 63.5% (p.1).

En relación a los materiales de reemplazos, el segundo agregado en sustitución al cemento, Usedo (2015, p.5) afirmó que, la cal fue un material aglomerante utilizado por el hombre desde los tiempos antiguos, éste se obtuvo por medio de rocas carbonatadas entre ellas las principales: calizas y dolomitas. La cal se aplicó en revestimientos exteriores e interiores.

Algo semejante ocurrió con Pereda (2017) declaró que la caliza es una roca sedimentaria conteniendo Carbonato de Calcio ( $\text{CaO}$ ). Esta materia contiene una alta resistencia a la meteorización, inclusive mejora la adherencia del asfalto con otro tipo de agregados y reduce el tiempo de endurecimiento del concreto.

En concordancia con el tema de investigación, se detalló algunos ensayos aplicados en el laboratorio, el análisis granulométrico fue la separación de muestras de agregados en porciones, las cuales constó en mantener partículas del mismo tamaño en cada malla con ello se descubrió la trabajabilidad que consistió la mezcla del concreto (Matías, 2018, p.15). En lo práctico, se añadió la muestra en una columna de tamices luego fue analizado el peso retenido por cada malla y después se detectó el tipo de terreno de acuerdo con los resultados del tamizado según las distintas normas establecidas en el RNE (Mantilla, 2017, p.16).

Sobre todo fue necesario conocer la resistencia a la compresión, conforme a Abanto (2016, p.51), indicó que la mezcla de concreto fue diseñada para contener propiedades tanto físicas como mecánicas. Esta resistencia no se realizó en estado plástico; sino en estado endurecido, después del respectivo curado se sometió a compresión; en tal sentido, la mezcla de concreto fue vaciado en un molde cilíndrico con una longitud siendo el doble de su diámetro

(6" x 12") utilizando una barra de acero liso de 5/8" de  $\varnothing$  y aprox. 60 cm de longitud para las compactaciones, luego se llenó el molde en tres capas de igual volumen realizando una compactación de 25 golpes por capa, al llegar a la última capa se agregó una cantidad suficiente para que el molde quede lleno y luego el enrasado; teniendo en cuenta que el enrasado se ejecutó con la barra lisa; finalmente, se midió rompiendo los testigos cilíndricos en una máquina de ensayos a compresión.

### III. METODOLOGÍA

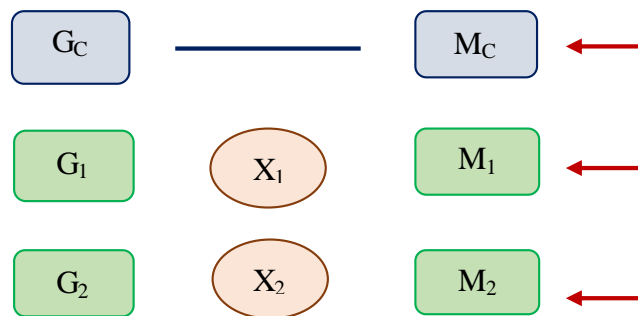
#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

Según Rojas (2015, p.2), el tipo de investigación se realizó en redacciones de tesis pre y post grado universitarios siendo parte de proyecciones metodológicas en referencia a la investigaciones, a su vez se planteó en tipos como descriptivos, analíticos y experimentales facilitando aprendizajes a los estudiantes.

*Tipo de investigación:* se consideró una investigación aplicada ya que estuvo orientada por medio de averiguaciones ya existentes con la finalidad de buscar soluciones y aplicarlas IN SITU. Es así como, se requirió conocer la resistencia del concreto estableciendo la sustitución del cemento en un 15% y 25% por materiales como cáscaras de huevo y cal.

*Diseño de investigación:* fue experimental dentro de la modalidad cuasi experimental, como se pudo plasmar en el siguiente gráfico:

Figura N° 1. Esquema del diseño de investigación.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

#### **Dónde:**

G<sub>c</sub>: Muestras de probetas del concreto patrón.

G<sub>1</sub> y G<sub>2</sub>: Muestras de probetas del concreto experimental.

X<sub>1</sub> y X<sub>2</sub>: Adiciones de cáscaras de huevo y cal en distintos porcentajes.

M<sub>c</sub>: Resultados de las probetas del concreto patrón.

M<sub>1</sub> y M<sub>2</sub>: Resultados de las probetas del concreto experimental.



### 3.2. Variables y operacionalización

En este informe de ejecución referente a la investigación se reconoció como variable dependiente cuantitativa: *Resistencia del concreto  $F_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>*, y la variable independiente cuantitativa: *Sustitución por la combinación de cáscaras de huevo y cal*.

Dentro de la **variable dependiente cuantitativa**, se desglosó las siguientes:

Se inició con la **definición conceptual**; “La resistencia a la compresión es conocer el peso que soporta la carga máxima de la muestra, se calcula desde que se origina una ruptura, por lo cual se mide en kg/cm<sup>2</sup> y en alguna frecuencia por lb/pulg<sup>2</sup> pero en unidades de S.I. es MPa” (Mantilla, 2017, p.17).

Continuamente, la **definición operacional**; la variable de la resistencia a la compresión se determinó por medio de ensayos aplicadas a probetas cilíndricas (6 x 12 pulg) teniendo un curado de 7, 14 y 28 días, asimismo adicionándole al concreto distintos materiales con porcentajes variados.

Por eso las **dimensiones**; se realizó la compresión entre el concreto patrón y experimental.

Dentro de los **indicadores** se desprendió en una resistencia de 7 días, 14 días y 28 días.

Por último, la **escala** fue la razón.

En este mismo contexto, la **variable independiente cuantitativa** se desglosó las siguientes:

Para empezar se tuvo la **definición conceptual**; “El producto de las cáscaras de huevo es un aditivo natural para el concreto ya que contiene carbonato de calcio” (Alfaro y Castro, 2019, p.36).

También, “La cal es una materia prima extraída de la piedra caliza, además contiene algunas propiedades similares al cemento” (Malca, 2018, p.27).

Después de ello, la **definición operacional**; la fabricación del concreto con las nuevas propuestas también estará constituida por cemento, agregados, agua, asimismo serán añadidas en un 15% y 25% dentro de la mezcla.

Para las **dimensiones**; se determinó los porcentajes en peso de cáscaras de huevo y cal.

Dentro de sus **indicadores** estuvo dividida en 15% (10% cáscaras de huevo + 5% cal) y 25% (15% cáscaras de huevo + 10% cal).

Al finalizar, se optó por una **escala** de razón.










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

Según Carillo (2015); manifestó que, la población fue un conjunto de individuos, objetos y fenómenos que concordaron con una misma serie siempre y cuando mantengan relación con la investigación estudiada (p.6).

Es así como, en el desarrollo de la investigación la población y muestra constó de 36 probetas las cuales se añadió diferentes proporciones de los materiales propuestos con la única finalidad de cumplir la resistencia a la compresión plasmado en las NTP. Se distribuyó de la siguiente manera: 12 testigos de concreto patrón, 12 testigos de concreto experimental sustituyendo un 15% (10% de cáscaras de huevo + 5% de cal) y 12 testigos de concreto experimental sustituyendo un 25% (15% de cáscaras de huevo + 10% de cal).

**Tabla N° 1.** Muestras de concreto patrón y experimental.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN					TOTAL DE PROBETAS
RESISTENCIA F`C 210 KG/CM2					
MUESTRAS	DOSIFICACIONES	DÍAS DE ROTURA			
				7 DIAS	14 DIAS

CONCRETO PATRÓN	210				12 PROBETAS
CONCRETO EXPERIMENTAL	210 + 15%				12 PROBETAS
CONCRETO EXPERIMENTAL	210 + 25%				12 PROBETAS
<b>TOTAL DE PROBETAS</b>					<b>36 PROBETAS</b>

Fuente: Elaboración propia, 2020.

El muestreo fue no probabilístico de manera intencional o de conveniencia causado por los tesistas, además cada uno de los testigos cilíndricos patrones y experimentales pasó por un ensayo de rotura que fueron estudiadas a los 7, 14 y 28 días para conocer su fuerza de compresión ( $f'c$ ) en este caso el desarrollo de la investigación estuvo diseñada por un  $f'c$  210 kg/ cm<sup>2</sup>.

En tal sentido, la unidad de análisis se reconoció a las probetas patrón y experimental, en la ciudad de Nuevo Chimbote.

Para Manzano y García (2016), los criterios de inclusión y exclusión fueron de gran importancia para fortalecer la calidad académica y metodológica, en concordancia a la aplicabilidad de los resultados. En tal sentido, la información sobre la investigación buscó una validez tanto interna como externa (p.1).

En ese mismo contexto, el criterio de inclusión aplicado en la investigación se tomó los siguientes puntos:

- Tipo de adición: Las cáscaras de huevo y cal en proporciones de 15% y 25% aplicado en el concreto elaborado con un total de 36 probetas.

- Espacial: Se consideró un diseño de mezcla de concreto elaborado en el laboratorio GEOLAB, ciudad de Nuevo Chimbote.
- Temporal: Se tomó en cuenta la mezcla elaborada en el mes de agosto debido a que fue el mes seleccionado para la ejecución de las probetas patrón y experimental.

Por lo contrario, el criterio de exclusión dentro de la investigación se consideró a las probetas quiñadas o con poros de gran magnitud por lo cual no se selecciona dentro de la muestra para aplicarlo en la prensa hidráulica para rotura de concreto.

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

En la ejecución de esta investigación se aplicó la técnica de la observación por lo cual se aplicó en el concreto patrón y en el grupo de estudio experimental puesto que se visualizó los agregados existentes y otros materiales necesarios para la aplicación del diseño de mezcla sin ser alterados.

Mientras que, los instrumentos de recolección de datos fueron las fichas técnicas ya estandarizadas y realizadas por el Laboratorio GEOLAB referido al diseño de mezcla (Comité de diseño 211 ACI), análisis granulométrico (Norma ASTM D422), contenido de humedad (ASTM D 2216), ensayo de peso unitario y varillado de los agregados (ASTM C 29-91), gravedad específica y absorción de los agregados (ASTM C 127-128) y el ensayo de resistencia a la compresión (ASTM C39-99).

Es por eso que, Ventura (2017, p. 2); reveló que la **validez** fue considerado como uno de los instrumentos aplicado a las variables guardando relación con la estructura interna garantizando interpretabilidad en base a la hipótesis planteada. Este informe de investigación estuvo validado por las normas técnicas ASTM, por ello no se requirió de una validación.

Por último es conveniente acotar que, Hernández [et al] (2014); indicó que la **confiabilidad** es aquella que evaluó el instrumento de medición utilizado

por los tesisistas con el fin de brindar seguridad y generar soluciones dentro del desarrollo del informe de investigación. En otras palabras, la investigación tuvo como confiabilidad el ensayo de rotura de los testigos cilíndricos (fichas técnicas) por la prensa hidráulica que contó con un certificado de calibración por el Laboratorio GEOLAB elegido por los tesisistas.

### **3.5. Procedimientos**

Para la realización de las muestras de concreto patrón y experimental se elaboró las probetas en el laboratorio GEOLAB, por ello se empleó el método del ACI para el diseño de mezcla. Este trabajo de investigación tuvo diferentes fases:

#### **a) La primera fase fue la exploración en campo:**

- La arena gruesa fue extraída de la cantera La Cumbre ubicado a las afueras de la playa Vesique – Chimbote, asimismo la piedra chancada de  $\frac{1}{2}$ " –  $\frac{3}{4}$ " fue extraída de la cantera La Sorpresa.
- En tiendas referentes a la construcción se obtuvo los materiales como cemento Tipo I Pacasmayo y cal para obras de construcción.
- Para la obtención de las cáscaras de huevo se recolectó en diversos puntos de Nuevo Chimbote en el tiempo de 3 meses en apoyo de domicilios y empresas pequeñas: La panadería y pastelería "Pinazo" y la pollería "Doña Otis".

#### **b) La segunda fase fue el análisis de los materiales en laboratorio GEOLAB para que se respete el control de calidad en cada una de ellas:**

Para empezar, se ejecutó el análisis granulométrico (Norma ASTM D422) para el agregado fino y grueso, se empezó el procedimiento colocando la muestra sobre una superficie limpia fuera de sustancias contaminadas para evitar la pérdida de los materiales; además se

procedió a obtener la cantidad necesaria de muestra para el ensayo por medio de cuarteo; así pues, se colocó una bandeja con muestra en la cocina para secarlo siendo manipulado por el tesista; luego se tamizó por mallas de mayor a menor abertura en una superficie plana en el tiempo necesario, acto seguido se tomó el peso retenido por cada malla de tamices brindando los resultados con el origen de la curva granulométrica manifestado en la ficha técnica del laboratorio.

De la misma forma, se ejecutó el contenido de humedad para los agregados (ASTM D 2216); este ensayo se realizó en el laboratorio GEOLAB; consiguientemente a ello, se anotó el peso de la tara; a su vez, se colocó una pequeña muestra húmeda en la tara y se pesó, en el segundo aspecto se volvió a manipular esa tara con muestra húmeda en el horno por un tiempo de 24 horas, ya finalizando se retiró esa tara del horno dejándolo enfriar por unos minutos para luego ser pesado. Concluyendo este proceso, los resultados se consiguieron por medio de cálculos derivadas en las fichas técnicas.

También, se realizó el ensayo del peso unitario y varillado (ASTM C 29-91) en el laboratorio GEOLAB; en primer lugar, en un inicio se aprobó el uso de los equipos ya que tenían que estar calibrado para no obtener datos erróneos, después de aquello se retiró los agregados del horno y se dejó enfriar a temperatura ambiente en un lapso de 1 a 3 horas; así pues, se prosiguió a llenar la muestra al cilíndrico calibrado en 3 capas, cada capa se realizó con un varillado de 25 golpes en el volumen de cada una de ellas sin penetrar a profundidad la capa anterior; posteriormente, se efectuó el ensayo para determinar la masa del agregado a condición seca el peso del recipiente. Concluyendo este proceso, los resultados se obtuvieron por medio de los cálculos de la masa manifestada en las fichas técnicas.

A continuación, se efectuó la gravedad específica y absorción (ASTM C 127-128) de los agregados en el laboratorio GEOLAB; para empezar se dejó secar la muestra húmeda colocándolo en el horno a temperatura

110 ± 5°C, luego se dejó enfriar a temperatura ambiente en un tiempo de 1 a 3 hrs, después de aquel proceso, se sumergió el agregado en agua limpia en un tiempo de 24 ± 4 horas, siendo así que sus valores de densidad relativa y de absorción se usaron en proporcionalidad a la mezcla del concreto con cualquier tipo de agregado con el fin de mostrar alguna expresión a la condición de humedad, ya pasado el tiempo requerido se optó a retirar la muestra del agua y con ello se originó la remoción de todas las partículas del agregado con el agua; ahora ya removido se procedió a determinar la masa de la muestra en el aire en condición SSD, se colocó en una canasta con ello se determinó la masa en un tiempo de 23 ± 2°C en estado SSD removiendo las partículas para la liberación del aire atrapado. Para finalizar, se secó la muestra a una temperatura 110 ± 5°C considerado en el inicio y a su vez se dejó enfriar la en un tiempo ya aproximado de 1 a 3 horas para determinar la masa de muestra seca con una precisión de 0.5 gr.

Ahora bien, la elaboración del polvo de cáscaras de huevo, en primer lugar fueron lavadas las cáscaras y colocadas en tinajas de diferentes tamaños al aire libre por un tiempo de 36 horas, en segundo lugar, se llevó a laboratorio GEOLAB para colocarlas de poco a poco en la molienda manual manipulado por los propios tesisistas, después de este procedimiento arrojó un material totalmente pulverizado de igual manera fue tamizado por la malla N° 200 para obtener el polvo de cáscaras de huevo en excelentes condiciones al momento de ser aplicado en la mezcla de concreto.

**c) La tercera fase fue la elaboración de la mezcla según el diseño requerido en la ficha técnica para realizar los testigos cilíndricos, se dividió en tres grupos:**

El primer grupo fue la elaboración del concreto patrón que contó con un total de 12 testigos cilíndricos:

- La preparación de las 4 probetas para los 7 días, en primer lugar se pesó el cemento, los agregados y el agua para luego mezclarlos,

continuamente a ello, se colocó la mezcla en cada uno de los moldes dividido en 3 capas con sus 25 golpes respectivos utilizando una varilla de acero liso al mismo tiempo con esa herramienta se enrasó en la parte superior. Se dejó en el molde por 24 horas luego se desmoldó y se colocó en una piscina con agua limpia respetando el curado hasta el día respectivo de rotura.

- Al día siguiente, se preparó las 4 probetas para los 14 días, en primer lugar se pesó el cemento, los agregados y el agua para luego mezclarlos, continuamente a ello, se colocó la mezcla en cada uno de los moldes dividido en 3 capas con sus 25 golpes respectivos utilizando una varilla de acero liso al mismo tiempo con esa herramienta se enrasó en la parte superior. Se dejó en el molde por 24 horas luego se desmoldó y se colocó en una piscina con agua limpia respetando el curado hasta el día respectivo de rotura.
- Culminando con las probetas patrón, se preparó las últimas 4 probetas para los 28 días, en primer lugar se pesó el cemento, los agregados y el agua para luego mezclarlos, continuamente a ello, se colocó la mezcla en cada uno de los moldes dividido en 3 capas con sus 25 golpes respectivos utilizando una varilla de acero liso al mismo tiempo con esa herramienta se enrasó en la parte superior. Se dejó en el molde por 24 horas luego se desmoldó y se colocó en una piscina con agua limpia respetando el curado hasta el día respectivo de rotura.

El segundo grupo fue la elaboración del concreto experimental con una sustitución de 15% del cemento por los materiales ya mencionados en la investigación que contó con un total de 12 testigos cilíndricos:

- La preparación de las 4 probetas experimentales del 15% para los 7 días. En primer lugar se pesó el cemento, el polvo de cáscaras de huevo, la cal, los agregados y el agua por porcentajes ya definidos en el laboratorio; en segundo lugar, se realizó la mezcla a la par se echó esta pasta en los moldes dividiéndolo en tres capas con 25



golpes cada una con el uso de la varilla lisa sin falta del enrasado en la parte superior del molde. Se dejó en el molde por 24 horas luego se desmoldó y se colocó en una piscina con agua limpia respetando el curado hasta el día respectivo de rotura.

- Al día siguiente, se ejecutó la preparación de las probetas experimentales del 15% para los 14 días. En primer lugar se pesó el cemento, el polvo de cáscaras de huevo, la cal, los agregados y el agua por porcentajes ya definidos en el laboratorio; en segundo lugar, se realizó la mezcla a la par se echó esta pasta en los moldes dividiéndolo en tres capas con 25 golpes cada una con el uso de la varilla lisa sin falta del enrasado en la parte superior del molde. Se dejó en el molde por 24 horas luego se desmoldó y se colocó en una piscina con agua limpia respetando el curado hasta el día respectivo de rotura.
- Para el último día de ejecución de las 4 probetas experimentales del 15% para los 28 días. En primer lugar se pesó el cemento, el polvo de cáscaras de huevo, la cal, los agregados y el agua por porcentajes ya definidos en el laboratorio; en segundo lugar, se realizó la mezcla a la par se echó esta pasta en los moldes dividiéndolo en tres capas con 25 golpes cada una con el uso de la varilla lisa sin falta del enrasado en la parte superior del molde. Se dejó en el molde por 24 horas luego se desmoldó y se colocó en una piscina con agua limpia respetando el curado hasta el día respectivo de rotura.

El tercer grupo fue la elaboración del concreto experimental con una sustitución de 25% del cemento por los materiales ya mencionados en la investigación que contó con un total de 12 testigos cilíndricos:

- La preparación de las 4 probetas experimentales del 25% para los 7 días. En primer lugar se pesó el cemento, el polvo de cáscaras de huevo, la cal, los agregados y el agua por porcentajes definidos por el laboratorio; en segundo lugar, se realizó la mezcla al mismo

tiempo se colocó esta pasta en los moldes dividiéndolo en tres capas con 25 golpes cada una con el uso de la varilla de acero lisa sin falta del enrasado en la parte superior del molde; después de ello, se dejó que el concreto se endurezca por 24 horas para ser desmoldado y colocarlo en una piscina para su respectivo curado y al finalizar ser extraídas hasta su fecha correspondiente.

- Al día después, la preparación de las 4 probetas experimentales del 25% para los 14 días. En primer lugar se pesó el cemento, el polvo de cáscaras de huevo, la cal, los agregados y el agua por porcentajes definidos por el laboratorio; en segundo lugar, se realizó la mezcla al mismo tiempo se colocó esta pasta en los moldes dividiéndolo en tres capas con 25 golpes cada una con el uso de la varilla de acero lisa sin falta del enrasado en la parte superior del molde; después de ello, se dejó que el concreto se endurezca por 24 horas para ser desmoldado y colocarlo en una piscina para su respectivo curado y al finalizar ser extraídas hasta su fecha correspondiente.
- Terminando con las elaboraciones se preparó las últimas 4 probetas experimentales del 25% para los 28 días. En primer lugar se pesó el cemento, el polvo de cáscaras de huevo, la cal, los agregados y el agua por porcentajes definidos por el laboratorio; en segundo lugar, se realizó la mezcla al mismo tiempo se colocó esta pasta en los moldes dividiéndolo en tres capas con 25 golpes cada una con el uso de la varilla de acero lisa sin falta del enrasado en la parte superior del molde; después de ello, se dejó que el concreto se endurezca por 24 horas para ser desmoldado y colocarlo en una piscina para su respectivo curado y al finalizar ser extraídas hasta su fecha correspondiente.

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

Este método de análisis de datos estuvo vinculado con la hipótesis planteada; conjuntamente a ello, los resultados del ensayo a la compresión

en el laboratorio GEOLAB se obtuvieron por medio de instrumentos totalmente confiables. Se determinó el análisis descriptivo por medio de la presentación en gráficos un ejemplo de ello son los diagramas de barras mediante el procesamiento del Microsoft Excel versión 2013 mientras que el análisis inferencial se realizó el análisis de varianza conocida como tabla de ANOVA a través del Excel a su vez se aplicó la curva de FISHER en el Minitab para emplearlo en los tratamientos del concreto.

### 3.7. Aspectos éticos

Este informe de investigación se optó por el código de ética de la Universidad César Vallejo, según la Resolución del Consejo Universitario N° 0126-2017/UCV teniendo como fecha el 23 de mayo de 2017, aseguró los principios éticos, bienestar y autonomía en los investigadores; se tomó consigo los derechos de los autores indicando de manera propia este trabajo adjuntando a ello el citado de manera correcta según las normas ISO 690, pese a ello se respetó con autenticidad los resultados según las normas establecidas por el Método del ACI referido al diseño de mezcla basándose en los estándares de calidad para los testigos realizados en laboratorios, teniendo en cuenta el respeto a las autorías, la honestidad y la ética.

De eso se desprende, uno de los principios éticos a considerar es la **beneficencia** dentro del informe de investigación se propuso una mejor calidad del diseño de mezcla con respecto a la sustitución en porcentajes del cemento para ser aplicado en edificaciones siempre y cuando manteniendo la preservación del medio ambiente. A su vez, el principio de **no maleficencia** se llevó a cabo por medio de los resultados extraídos del ensayo de compresión por el cual no fueron manipulados con mala intención y sin ningún beneficio propio.

Asimismo, se aplicó el principio de la **autonomía** debido a que los encargados del trabajo de investigación buscaban futuras soluciones al problema planteado.

En último lugar, el principio de la **justicia** se involucró a los autores de la investigación refiriéndose al trato igualitario durante el proceso de ejecución de la investigación, sin exclusión alguna.

#### IV. RESULTADOS

**4.1. RESULTADOS DEL PRIMER OBJETIVO:** Determinar la resistencia de compresión  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> en concreto patrón y concreto experimentales a los 7, 14 y 28 días.

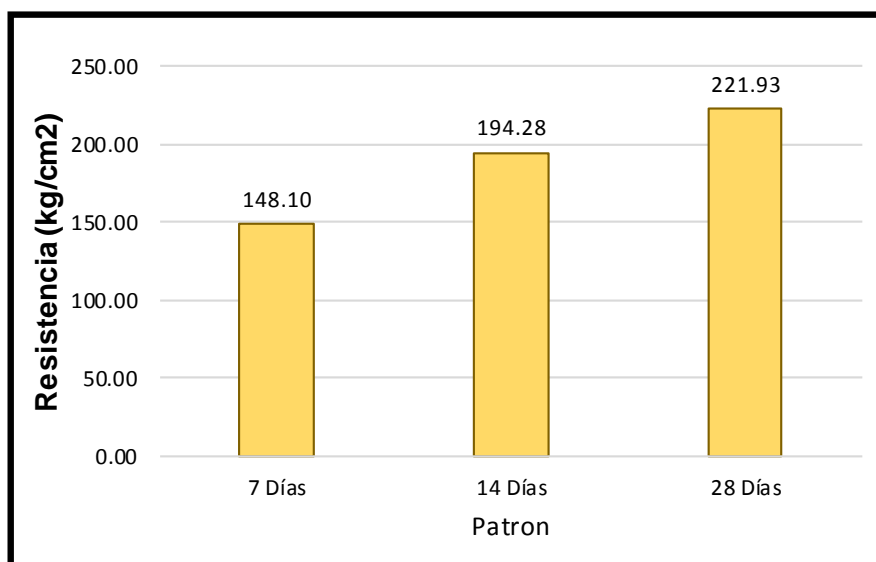
**Tabla N° 2.** Resistencias de la muestra patrón en diferentes edades.

Espéimen	Nº	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de rotura		Resistencia		% Resi s. Obte nida	Promedio de % Resistenc ia obtenida	Resiste ncia requerid a mínima	
			Moldeo	Rotura	(kg/cm <sup>2</sup> )					
MUESTRAS PATRÓN	7 días	01	210	12/08/2020	19/08/2020	146.6	148.10	69.8	70.5	67%
	7 días	02	210	12/08/2020	19/08/2020	150.9		71.9		
	7 días	03	210	12/08/2020	19/08/2020	150.2		71.5		
	7 días	04	210	12/08/2020	19/08/2020	144.7		68.9		
	14 días	01	210	12/08/2020	26/08/2020	193.5	194.28	92.2	92.5	86%
	14 días	02	210	12/08/2020	26/08/2020	194.7		92.7		
	14 días	03	210	12/08/2020	26/08/2020	193.3		92.0		
	14 días	04	210	12/08/2020	26/08/2020	195.6		93.1		
	28 días	01	210	12/08/2020	09/09/2020	218.1	221.93	103.9	105.7	100%
	28 días	02	210	12/08/2020	09/09/2020	220.9		105.2		
	28 días	03	210	12/08/2020	09/09/2020	226.1		107.7		
	28 días	04	210	12/08/2020	09/09/2020	222.6		106.0		

Fuente: Resultados extraídos del informe de laboratorio GEOLAB, 2020.

**Descripción:** En la tabla mostrada, se observó las resistencias (kg/cm<sup>2</sup>) de los testigos patrón lo cual se dividió en 4 muestras para cada edad diferente, dando a conocer su promedio de % resistencia obtenida.

**Gráfico N° 1:** Variación de las resistencias de la muestra patrón.



Fuente: Informe de laboratorio GEOLAB, 2020.

**Descripción:** El presente gráfico mostró las variaciones de las resistencias en el grupo patrón; por consiguiente, en la edad de los 7 días llegó a 148.10 kg/cm<sup>2</sup>; mientras que, a los 14 días obtuvo 194.28 kg/cm<sup>2</sup> y por último a los 28 días alcanzó 221.93 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla N° 3.** Resistencias de la muestra experimental 15% en diferentes edades.

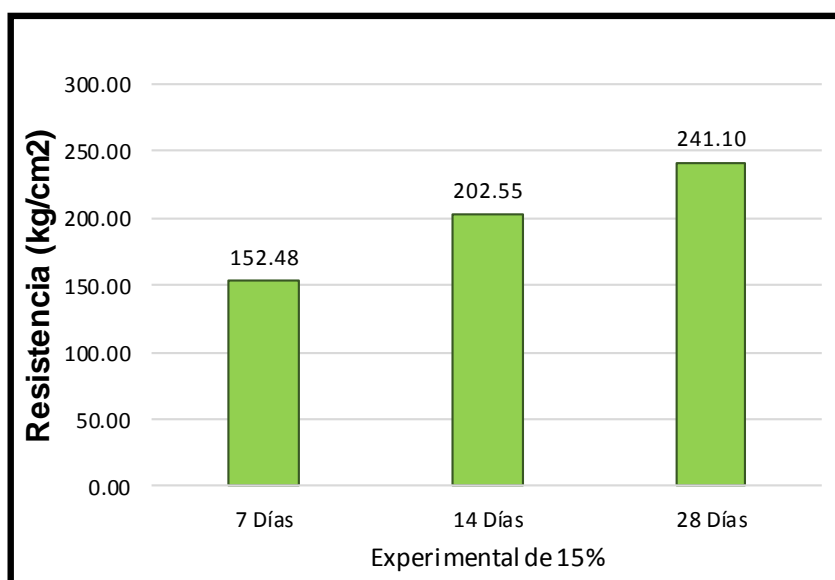
Espécimen	N°	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de rotura		Resistencia		% Resis Obtenida	Promedio de % Resistencia obtenida	Resistencia requerida mínima	
			Moldeo	Rotura	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )				
MUESTRAS	7 días	01	210	13/08/2020	20/08/2020	155.4	152.48	74.0	72.6	67%
	7 días	02	210	13/08/2020	20/08/2020	157.1		74.8		
	7 días	03	210	13/08/2020	20/08/2020	150.8		71.8		
	7 días	04	210	13/08/2020	20/08/2020	146.6		69.8		
	14 días	01	210	13/08/2020	27/08/2020	199.1	202.55	94.8	96.5	86%
	14 días	02	210	13/08/2020	27/08/2020	206.0		98.1		

14 días	03	210	13/08/2020	27/08/2020	203.7		97.0		
14 días	04	210	13/08/2020	27/08/2020	201.4		95.9		
28 días	01	210	13/08/2020	10/09/2020	244.9	241.10	116.6	114.8	100%
28 días	02	210	13/08/2020	10/09/2020	242.4		115.4		
28 días	03	210	13/08/2020	10/09/2020	238.2		113.4		
28 días	04	210	13/08/2020	10/09/2020	238.9		113.7		

Fuente: Resultados extraídos del informe de laboratorio GEOLAB, 2020.

**Descripción:** En la tabla mostrada, se observó las resistencias (kg/cm<sup>2</sup>) de los testigos experimentales en un 15% lo cual se dividió en 4 muestras para cada edad diferente, dando a conocer su promedio de % resistencia obtenida.

**Gráfico N° 2:** Variación de las resistencias de la muestra experimental 15%.



Fuente: Informe de laboratorio GEOLAB, 2020.

**Descripción:** El presente gráfico mostró las variaciones de las resistencias en el grupo experimental con una sustitución del 15%; por consiguiente, en la edad de los 7 días llegó a 152.48 kg/cm<sup>2</sup>; mientras que, a los 14 días obtuvo 202.55 kg/cm<sup>2</sup> y por último a los 28 días alcanzó 241.10 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla N° 4.** Resistencias de la muestra experimental 25% en diferentes edades.

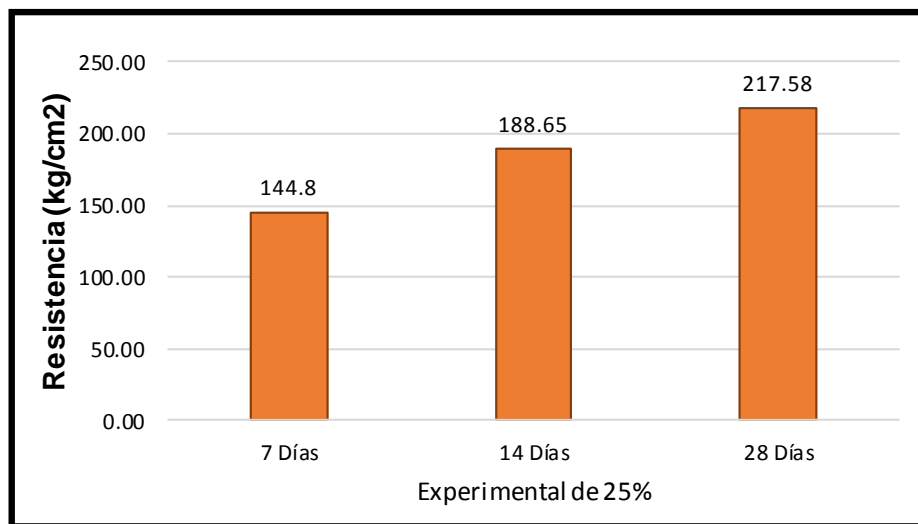
Espécimen	Nº	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de rotura		Resistencia		% Resis . Obte nida	Promedio de % Resisten cia obtenida	Resiste ncia requerid a mínima	
			Moldeo	Rotura	(kg/cm <sup>2</sup> )					
MUESTRAS EXPERIMENTALES (25%)	7 días	01	210	14/08/2020	21/08/2020	142.9	144.8	68.0	69.0	67%
	7 días	02	210	14/08/2020	21/08/2020	144.5		68.8		
	7 días	03	210	14/08/2020	21/08/2020	145.3		69.2		
	7 días	04	210	14/08/2020	21/08/2020	146.8		69.9		
	14 días	01	210	14/08/2020	28/08/2020	187.3	188.65	89.2	89.9	86%
	14 días	02	210	14/08/2020	28/08/2020	188.5		89.8		
	14 días	03	210	14/08/2020	28/08/2020	186.0		88.6		
	14 días	04	210	14/08/2020	28/08/2020	192.8		91.8		
	28 días	01	210	14/08/2020	11/09/2020	220.5	217.58	105.0	103.6	100%
	28 días	02	210	14/08/2020	11/09/2020	219.4		104.5		
	28 días	03	210	14/08/2020	11/09/2020	213.6		101.7		
	28 días	04	210	14/08/2020	11/09/2020	216.8		103.2		

Fuente: Resultados extraídos del informe de laboratorio GEOLAB, 2020.

**Descripción:** En la tabla mostrada, se observó las resistencias (kg/cm<sup>2</sup>) de los testigos experimentales en un 25% lo cual se dividió en 4 muestras para cada edad diferente, dando a conocer su promedio de % resistencia obtenida.



**Gráfico N° 3:** Variación de las resistencias de la muestra experimental 25%.



Fuente: Informe de laboratorio GEOLAB, 2020.

**Descripción:** El presente gráfico mostró las variaciones de las resistencias en el grupo experimental con una sustitución del 25%; por consiguiente, en la edad de los 7 días llegó a 144.8 kg/cm<sup>2</sup>; mientras que, a los 14 días obtuvo 188.65 kg/cm<sup>2</sup> y por último a los 28 días alcanzó 217.58 kg/cm<sup>2</sup>.

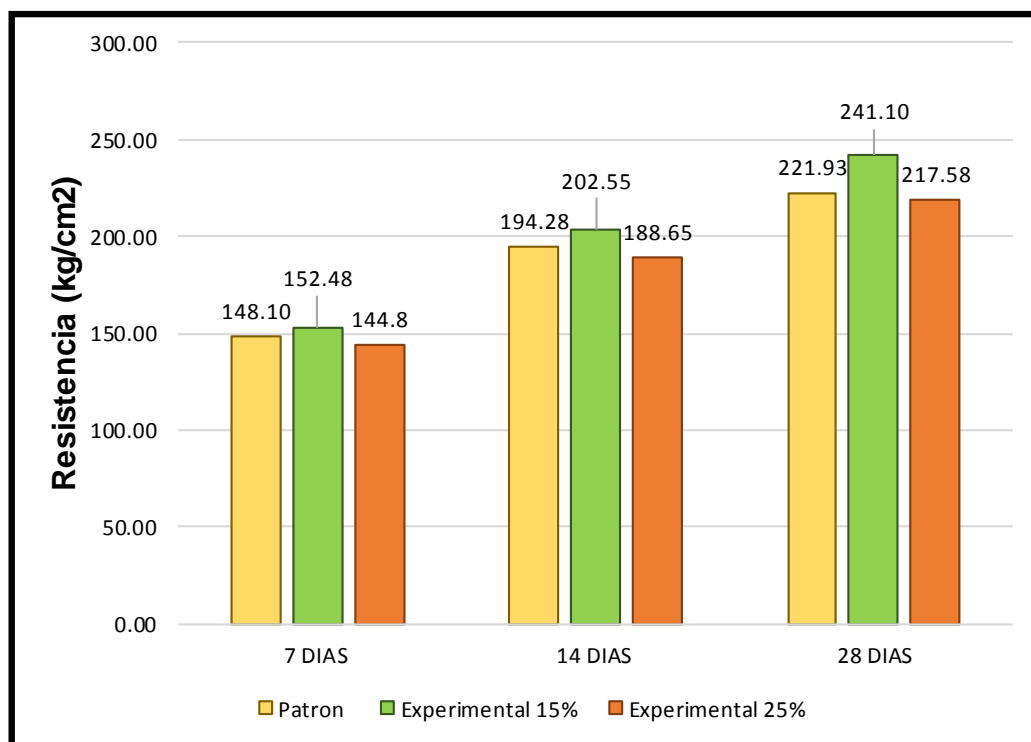
**Tabla N° 5.** Resumen de promedios de las muestras patrón y experimental.

MUESTRAS	EIDADES		
	7 días	14 días	28 días
Concreto Patrón	148.10	194.28	221.93
Concreto Experimental (15%)	152.48	202.55	241.10
Concreto Experimental (25%)	144.80	188.65	217.58

Fuente: Resultados extraídos del informe de laboratorio GEOLAB, 2020.

**Descripción:** Según el ensayo de la resistencia a la compresión realizado en el laboratorio, se indicó los promedios del grupo patrón como el grupo experimental en diferentes tiempos de curado.

**Gráfico N° 4:** Resistencia a la compresión de concreto patrón y experimental.



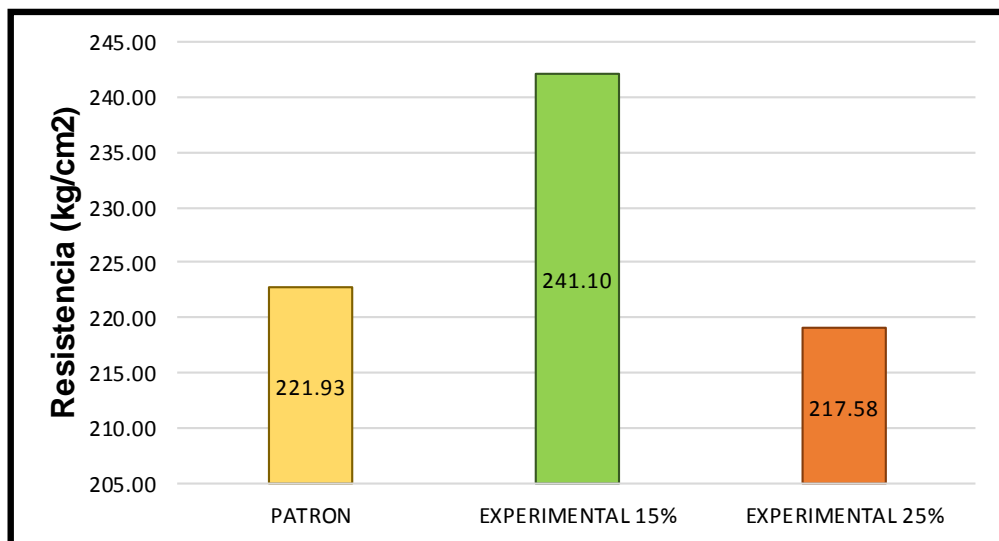
Fuente: Informe de laboratorio GEOLAB, 2020.

**Descripción:** El presente gráfico expresó las resistencias a la compresión de las probetas patrón lo cual se le adicionó dos porcentajes distintos de cáscara de huevo y cal (15% y 25%) para realizar una comparación exhaustiva sobre estos productos elaborados. Se ejecutó el procedimiento de elaboración del concreto de la manera precisa respetando lo indicado en el diseño de mezcla, por lo cual se hizo el curado apropiado. Asimismo, el resultado obtenido en la probeta patrón a la edad de 28 días alcanzó una resistencia a la compresión de 221.93 kg/cm<sup>2</sup>; en este mismo contexto, se comparó los resultados de la probeta experimental con el 15% (10% cáscaras de huevo + 5% cal) se consiguió una resistencia de 241.10 kg/cm<sup>2</sup> en la edad de 28 días siendo el resultado más favorable en el proyecto de investigación. Por otro lado, el resultado de la probeta experimental con el 25% (15% cáscaras de huevo + 10% cal) se obtuvo una resistencia en la edad de 28 días de 217.58 kg/cm<sup>2</sup> siendo un resultado

no favorable pero aportó mucho a la investigación debido a que solo existirá un porcentaje óptimo para sustituir al cemento.

**4.2. RESULTADOS DEL SEGUNDO OBJETIVO:** Determinar el porcentaje óptimo de la cáscara de huevo y cal para obtener la máxima resistencia del concreto.

**Gráfico N° 5:** Porcentaje óptimo en las probetas experimental.



Fuente: Resultados extraídos del informe de laboratorio GEOLAB, 2020.

**Descripción:** El presente gráfico se expresó mediante los porcentajes aplicados en las probetas experimental actuaron de diferente manera, es decir, que el 15% de sustitución del cemento se obtuvo una mayor resistencia pero con el 25% de sustitución del cemento se adquirió un resistencia menor, siendo así este resultado poco favorable porque no superó el resultado del concreto patrón, para concluir se consiguió un resistencia mayor si se aplica el porcentaje óptimo sea un 15% de sustitución del cemento.

**4.3. RESULTADOS DEL TERCER OBJETIVO:** Determinar los componentes químicos del polvo de la cáscara de huevo y cal.

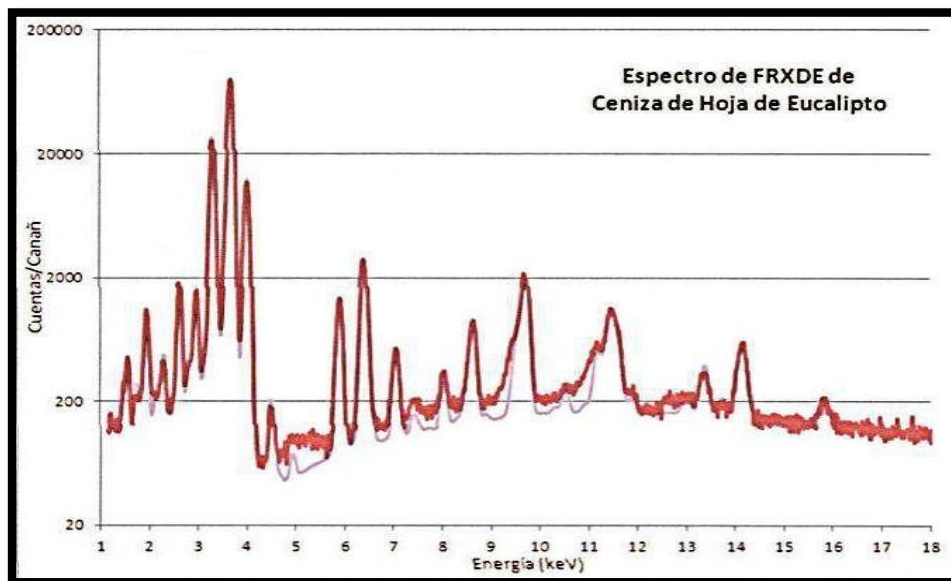
#### 4.3.1. Componentes de cáscaras de huevo

**Tabla N° 6.** Porcentajes de óxido sobre las cáscaras de huevo.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS CÁSCARAS DE HUEVO		
FÓRMULA	NOMBRE DE ÓXIDO	PORCENTAJE
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Trióxido de Aluminio	10.17%
SiO <sub>2</sub>	Dióxido de Silicio	0.14%
SO <sub>2</sub>	Dióxido de Azufre	0.57%
ClO <sub>2</sub>	Dióxido de Cloro	0.13%
K <sub>2</sub> O	Oxido de Potasio	0.09%
CaO	Óxido de Calcio	88.29%
TiO	Oxido de Titanio	0.01%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Trióxido de Hierro	0.03%
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Trióxido de Diníquel	0.01%
CuO	Óxido de Cobre	0.01%
ZnO	Óxido de Zinc	0.01%
SrO	Oxido de Estroncio	0.27%
ZrO <sub>2</sub>	Dióxido de Zirconio	0.01%
CdO	Oxido de Cadmio	0.28%
		<b>100%</b>

Fuente: Matías (2018, p. 26).

*Figura N° 2.* Ensayo de Fluorescencia de Rayos X sobre las cáscaras de huevo.



Fuente: Matías (2018, p. 27).

**Descripción:** Mediante el ensayo de Fluorescencia de Rayos X realizado en laboratorio de Universidad Nacional Mayor de San Marcos se obtuvo los porcentajes provenientes del polvo de cáscara de huevo pasado por el tamiz N° 200; continuamente en la tabla se mostró que el Óxido de Calcio (**CaO**) fue el componente químico con mayor porcentaje 88.29% de tal manera se indicó que guarda gran similitud con las partículas cementantes; esto quiere decir que, las cáscaras de huevo fueron considerados como producto propuesto para sustituir al cemento.

Asu vez, la figura mostró los resultados del análisis elemental por difracción de la muestra por medio del ensayo de Fluorescencia de Rayos X realizado en laboratorio de Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

#### 4.3.2. Componentes de cal

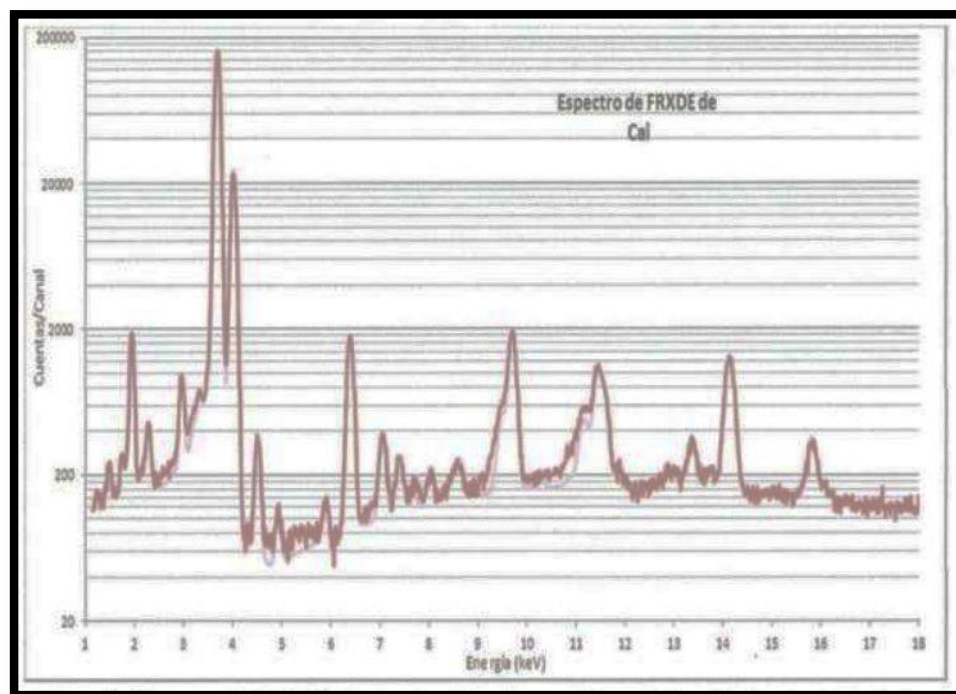
**Tabla N° 7.** Composición Química (% peso).

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE CAL		
FÓRMULA	NOMBRE DE ÓXIDO	PORCENTAJE
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Óxido de Aluminio	5.799%
SiO <sub>2</sub>	Óxido de Silicio	4.887%
SO <sub>2</sub>	Dióxido de Azufre	0.451%
K <sub>2</sub> O	Óxido de Potasio	0.152%
CaO	Óxido de calcio	71.267%
TiO	Óxido de Titanio	0.234%
MnO	Oxido de Manganeseo	0.017%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Óxido de Hierro	0.412%
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Óxido de Níquel	0.008%
CuO	Óxido de Cobre	0.003%
ZnO	Óxido de Zinc	0.007%
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Trióxido de Arsénico	0.018%
SrO	Óxido de estroncio	0.224%

ZrO <sub>2</sub>	Dióxido de zirconio	0.008%
------------------	---------------------	--------

Fuente: Pajuelo (2018, p. 32).

Figura N° 3. Ensayo de Fluorescencia de Rayos X sobre la cal.



Fuente: Pajuelo (2018, p. 78).

**Descripción:** Mediante el ensayo de Fluorescencia de Rayos X se obtuvo los porcentajes provenientes de la cal; continuamente en la tabla se mostró que el Óxido de Calcio (**CaO**) fue el componente químico con mayor porcentaje 71.267% también arrojó demás componentes con gran similitud a las partículas cementantes; esto quiere decir que, la cal fue considerada como buena opción de reemplazo del cemento.

Asu vez, la figura mostró los resultados del análisis elemental por difracción de la muestra por medio del ensayo de Fluorescencia de Rayos X realizado en laboratorio de Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

#### 4.4. Prueba de hipótesis

En relación con la prueba de hipótesis, se realizó un análisis de varianza conocido como la Tabla ANOVA se usó el software de Microsoft Excel para determinar la influencia de la sustitución del cemento por el 15% y 25% de cáscara de huevo y cal en la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, se consideró tres grupos de concreto evaluados: Concreto patrón (12 testigos cilíndricos) sin sustitución del cemento, concreto experimental con sustitución del 15% de cemento por cáscaras de huevo y cal (10% polvo de cáscaras de huevo + 5% cal) y por último el concreto experimental con sustitución de 25% de cemento por cáscara de huevo y cal (15% polvo de cáscaras de huevo + 10% cal). Brevemente, se comprendió las hipótesis de la siguiente manera:

H0: La sustitución del cemento por el 15% y 25% de cáscaras de huevo y cal no influyó significativamente en la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

H1: La sustitución del cemento por el 15% y 25% de cáscaras de huevo y cal influyó significativamente en la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

Se tomó consigo los resultados extraídos del informe del laboratorio para la elaboración de la tabla ANOVA.

**Tabla N° 8.** *Resumen de los resultados extraídos del informe del laboratorio.*

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Patrón	3	564.30	188.10	1391.13
Experimental 15%	3	596.12	198.70	1974.66
Experimental 25%	3	551.10	183.70	1339.69

Fuente: Resultados extraídos del informe de laboratorio GEOLAB, 2020.

Cabe decir que se realizó los cálculos respectivos para obtener el cuadro de varianza asimismo se verificó las diferencias existentes en las resistencias de compresión sobre las probetas elaboradas.

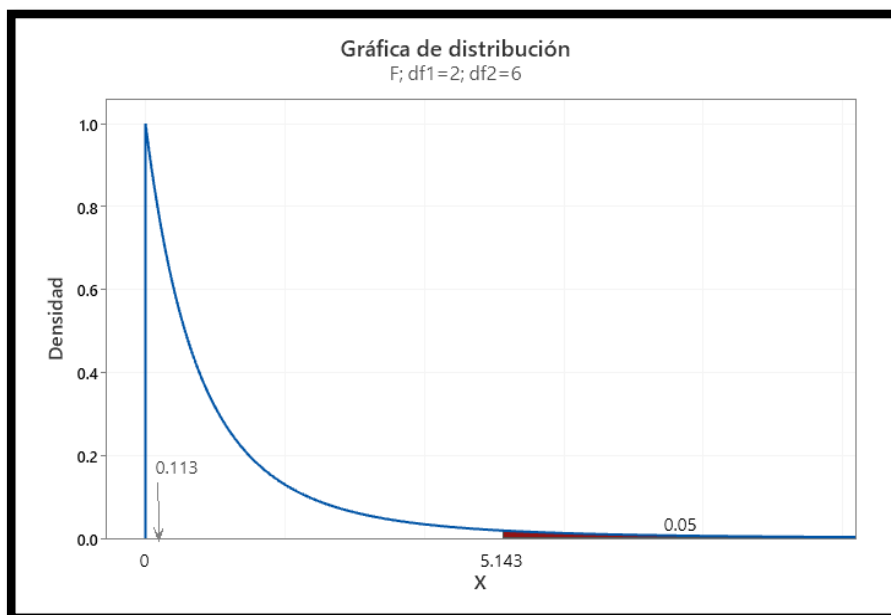
**Tabla N° 9. Análisis de varianza.**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	357.14	2	178.57	0.113	0.894	5.143
Dentro de los grupos	9410.99	6	1568.49			
Total	9768.13	8				

Fuente: Elaboración propia – software Excel, 2020.

**Descripción:** El análisis precedente a lo visualizado en la tabla anterior, el  $p \text{ value} < \alpha$  tal es el caso que se obtuvo  $0.894 > 0.05$  entonces se rechaza la hipótesis planteada ( $H_0$ : La sustitución del cemento por el 15% y 25% de cáscaras de huevo y cal no influyó significativamente en la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>) por ende se consideró que la adición de la cáscara de huevo y cal si modifica al concreto elaborado en un 15% pero no influyó la proporción del 25% en la resistencia de concreto por eso se dio a entender que no fue satisfactorio.

**Gráfico N° 6:** Curva de FISHER.





Fuente: Elaboración propia – software Minitab, 2020.

**Descripción:** Brevemente el presente gráfico fue la realización de la curva de FISHER, para empezar, se verificó el valor crítico para F resulta 5.143 extraído de la intersección de los grados de libertad por medio de la tabla de valores F de la distribución de FISHER (Anexo N° 8). Asimismo, el valor de 5.143 fue mayor que el valor F de 0.113 (Tabla 9) por ende se conoció que la hipótesis planteada fue rechazada; en conclusión, la curva FISHER y el cuadro de análisis de varianza guardan similitud.

## V. DISCUSIÓN

La investigación determinó la resistencia del concreto  $F_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, sustituyendo 15% y 25% del cemento por cáscaras de huevo y cal; en este caso, los resultados optaron ser de forma inversamente proporcional, por ende, este trabajo de investigación se basó en las normas establecidas por el ASTM (D422, D 2216, C 29-91, C 127-128, C39-99). A continuación, se analizó y discutió estos resultados obtenidos con el fin de contrastarlo con los objetivos planteados.

Acerca de determinar la resistencia a la compresión  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> en concreto patrón y concreto experimentales a los 7, 14 y 28 días; se realizó un diseño de mezcla en laboratorio para aplicar las cantidades necesarias de cada elemento; después de ello, se obtuvo las resistencias del concreto patrón a los 7 días fue 148.10 kg/cm<sup>2</sup>, en la edad de 14 días fue 194.28 kg/cm<sup>2</sup> y por último a los 28 días alcanzó 221.93 kg/cm<sup>2</sup>; pero las resistencias a los 28 días de la sustitución del 15% logró 241.10 kg/cm<sup>2</sup> y la sustitución del cemento en un 25% consiguió 217.58 kg/cm<sup>2</sup> por el cual no superó el concreto patrón de 221.93 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados se parecen, según Reyes (2019) aplicó en su tesis el diseño de investigación experimental ya que al sustituir el 8% del concreto por cáscaras de huevo en una edad de 28 días obtuvo una resistencia de 214.96 kg/cm<sup>2</sup> superando al resultado patrón con un 212.24 kg/cm<sup>2</sup>. De la misma manera, Alfaro y Castro (2019) en su tesis empleó una sustitución de 15% con cáscaras de huevo a los 7 días se registró 232.90 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días 294.70 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 335.20 kg/cm<sup>2</sup> superando al concreto patrón en todas las edades; a su vez en la sustitución de 20% con cáscaras de huevo la resistencia de los 7 días fue 246.55 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días fue 287.80 kg/cm<sup>2</sup> y por último los 28 días fue 313.40 kg/cm<sup>2</sup> superando al concreto patrón. Paralelamente, Pacco (2016) evaluó el comportamiento de la cal en el concreto por medio del diseño de investigación experimental manifestándose de la manera que al reemplazar el concreto tan sólo un 5% de cal sostuvo una resistencia de 203.12 kg/cm<sup>2</sup> superando al concreto patrón con un 200.19%.

En resumen al párrafo anterior, se comparó los antecedentes mencionados para conocer la conducta de las cáscaras de huevo y cal en el concreto pero por

separado; mientras que, esta investigación optó por la idea de la combinación de estos materiales como un solo producto distribuido en una población de probetas. Por ello, se concretó que a mayor porcentaje de cáscaras de huevo y menor porcentaje de cal se obtendría un concreto de superación a 210 kg/cm<sup>2</sup> en una edad de 28 días.

En la perspectiva de determinar el porcentaje óptimo fue el 15% de sustitución del cemento; por esta razón, los porcentajes de uso fueron 10% cáscara de huevo y 5% cal. Por su parte, Matías (2018) realizó su tesis mediante un diseño de investigación experimental obteniendo resistencias súper altas en condiciones totalmente favorables ya que tuvo como porcentaje óptimo un 16% de sustitución del concreto distribuyéndolo en un 12% de cáscaras de huevo y 4% de ceniza de hoja de eucalipto llegando a 232.71 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días superando el concreto patrón siendo 210.17 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo contrario, Malca (2018) desarrolló su investigación por el diseño experimental realizando sus probetas por diferentes proporciones de cal, no se obtuvo un óptimo ya que ninguno de sus porcentajes superó al concreto patrón de 231.42 kg/cm<sup>2</sup> al tiempo de curado de 28 días.

Después de realizar el análisis de varianza en la prueba de hipótesis el resultado que se obtuvo  $p \text{ value} < \alpha$  ( $0.894 > 0.05$ ), podemos decir que la diferencia de la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> sometidas de un antes y después de la sustitución de 15% y 25% del cemento por cáscaras de huevo y cal no influyó significativamente en la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, tras no superar la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> el porcentaje del 25% de sustitución.

En concordancia con la elaboración del análisis de varianza se optó por efectuar la curva de FISHER, por el cual guardó similitud ya que el valor de 5.143 es el rango que contrasta el valor F de 0.113, el cual pertenece a la zona de rechazo de la hipótesis nula.

Respecto a los componentes químicos del polvo de la cáscara de huevo y cal se tuvo que conocer el contenido de estos materiales al momento de elaborar los testigos cilíndricos.

Antes de hacer mención al análisis de las cáscaras de huevo y cal, se tuvo que conocer la composición química del cemento según Bolognini, Martínez y Troconis de Rincón (2015) en su investigación se desarrolló componentes como el dióxido de silicio  $\text{SiO}_2$  (20.16%), óxido de aluminio  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (6.88%), óxido férrico  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (4.02%), óxido de calcio  $\text{CaO}$  (65.33%), óxido de magnesio  $\text{MgO}$  (0.76%) y trióxido de azufre  $\text{SO}_3$  (1.59%), mediante el análisis se pudo conocer que el químico más resaltante es el  $\text{CaO}$ .

En este sentido, se confirmó junto con los antecedentes que la utilización de las cáscaras de huevo es un reemplazo conveniente para el concreto. Ante todo, las cáscaras de huevo fueron recolectados de domicilios y empresas pequeñas; luego se procesó con la trituración después el paso por la molienda manual y por último el tamizado por la malla N° 200 para que el material sea totalmente fino. Así pues, Matías (2018) ejecutó el Ensayo de Fluorescencia de Rayos X sobre el polvo de cáscaras de huevo; en el cual se presencié el óxido de calcio  $\text{CaO}$  (88.29%) siendo el componente más característico de este material; consiguientemente el trióxido de aluminio  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (10.17%), dióxido de azufre  $\text{SO}_2$  (0.57%), dióxido de azufre  $\text{SiO}_2$  (0.57%), óxido de cadmio  $\text{CdO}$  (0.28%), dióxido de estroncio  $\text{SrO}$  (0.27%), dióxido de silicio  $\text{SiO}_2$  (0.14%), dióxido de cloro  $\text{ClO}_2$  (0.13%), óxido de potasio  $\text{K}_2\text{O}$  (0.09%), trióxido de fierro  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (0.03%), trióxido de níquel  $\text{Ni}_2\text{O}_3$  (0.01%), óxido de cobre  $\text{CuO}$  (0.01%), óxido de zinc  $\text{ZnO}$  (0.01%) y dióxido de zirconio  $\text{ZrO}_2$  (0.01%).

Por otra parte; Pajuelo (2018), examinó la cal por medio del Ensayo de Fluorescencia de Rayos X, por el cual existió un alto porcentaje de óxido de calcio  $\text{CaO}$  (71.267%), óxido de Aluminio  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (5.799%), óxido de Silicio  $\text{SiO}_2$  (4.887%), dióxido de azufre  $\text{SO}_2$  (0.451%), óxido de potasio  $\text{K}_2\text{O}$  (0.152%), óxido de titanio  $\text{TiO}$  (0.234%), óxido de manganeso  $\text{MnO}$  (0.017%), óxido de hierro  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (0.412%), óxido de níquel  $\text{Ni}_2\text{O}_3$  (0.008%), óxido de cobre  $\text{CuO}$  (0.003%), óxido de zinc  $\text{ZnO}$  (0.007%), trióxido de arsénico  $\text{As}_2\text{O}_3$  (0.018%), óxido de estroncio  $\text{SrO}$  (0.224%) y dióxido de zirconio  $\text{ZrO}_2$  (0.008%).

Por ello, los antecedentes concordaron que el componente químico más sobresaliente es el óxido de calcio  $\text{CaO}$  ya que el polvo de cáscaras de huevo,

cemento y cal lo contienen, al realizar la fusión en la mezcla para la creación de los testigos fue de manera recomendable pero no llegó a la resistencia requerida; se pudo señalar el alcance de un 15% en su resistencia a la compresión mientras que el 25% sólo descendió; esto quiso decir que, se unieron tres materiales con un sólo componente químico para la sustitución por lo cual no es totalmente factible ya que el concreto no pudo desarrollarse principalmente en su resistencia.

Asimismo, el enfoque de la metodología realizada en la investigación se manejó de la manera más adecuada ya que se respetó los procedimientos mediante el ASTM en laboratorio realizando el cumplimiento de la dosificación registrado en el diseño de mezcla elaborando probetas con instrumentos calibrados. Como fortaleza esencial fue presenciar la existencia de materiales reutilizables tales como las cáscaras de huevo y cal para poder sustituir el cemento en porcentajes sabiendo que es el material más comercializado en el mundo.

Por otro lado, la investigación presentó debilidades como la recolección de las cáscaras de huevo, si bien es cierto, el huevo es comercializado a nivel mundial tanto para el consumo humano, pero al momento de conseguir tan sólo cáscaras fue tedioso pero con el apoyo de empresas se logró el propósito. Además, el polvo de las cáscaras de huevo para conseguir su finura se necesita el tiempo y la paciencia necesaria siempre y cuando la ejecución sea por medio de una molienda manual con un tamizado en la malla N° 200 lo cual facilita que mejore la calidad de éste agarrando la consistencia indicada y sea útil al momento de la mezcla para la elaboración de las probetas cilíndricas. Cabe mencionar que algunos antecedentes realizaron su polvo de cáscaras con máquinas pulverizadoras o calcinación lo cual es una buena estrategia de solución ya que se ahorraría tiempo.

De igual modo, la investigación mostró una gran relevancia ambiental, a causa de que se indicó que las cáscaras de huevo y cal son materiales en estado de reutilización generando protección al medio ambiente y un comportamiento factible dentro de la resistencia y trabajabilidad facilitando la calidad del concreto. Dentro de la relevancia económica es elemental, ya que empresas interesadas

en el aspecto medio ambiental invertirían en proyectos duraderos lo cual se reduciría los costos de materiales cementicos y se brindaría vida útil a estas materias.

## VI. CONCLUSIONES

- 6.1. Se determinó la resistencia a la compresión del concreto patrón a los 7 días fue 148.10 kg/cm<sup>2</sup>, en la edad de los 14 días fue 194.28 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días fue 221.93 kg/cm<sup>2</sup>.

Asimismo, se determinó mediante los ensayos de la resistencia a la compresión las probetas experimentales con un 15% de sustitución con la combinación de cáscaras de huevo y cal arrojó una resistencia a los 7 días de 152.48 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días alcanzó un 202.55 kg/cm<sup>2</sup> y los 28 días logró 241.10 kg/cm<sup>2</sup>.

De la misma forma, se determinó por medio del ensayo de la resistencia a la compresión las probetas experimentales con un 25% de sustitución con la combinación de cáscaras de huevo y cal, en la edad de los 7 días se obtuvo 144.88 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días se adquirió 188.65 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días consiguió 217.58 kg/cm<sup>2</sup>.

- 6.2. Se determinó que el porcentaje óptimo entre las probetas experimentales fue la sustitución del 15% de cáscaras de huevo y cal siendo favorable con una resistencia 241.10 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado; sin embargo, la probeta experimental con sustitución de 25% de cáscaras de huevo y cal no fue favorable en la investigación ya que obtuvo una resistencia de 217.58 kg/cm<sup>2</sup> lo cual no superó al concreto patrón 221.93 kg/cm<sup>2</sup>.
- 6.3. Sobre el análisis químico realizado a las cáscaras de huevo y cal, se determinó que ambos materiales contienen un altísimo porcentaje de óxido de calcio CaO, para el polvo de cáscaras de huevo obtuvo un 88.29% y la cal obtuvo un 71.267% similarmente al componente químico que adquiere el cemento con un 65.33%. En definitiva, son materiales apropiados para sustituir al cemento siempre y cuando existan más componentes químicos del cemento en éstos para que aporten resistencia a más tiempo de curado con un alto porcentaje de sustitución en la mezcla.

- 6.4. En conclusión, general, se determinó que la resistencia del concreto F`c 210 kg/cm<sup>2</sup>, sustituyendo el 15% y 25% del cemento por cáscaras de huevo y cal fueron de 241.10 kg/cm<sup>2</sup> y 217.58 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, en donde solo la sustitución con el 15% del cemento por cáscaras de huevo y cal alcanzó superar la resistencia del concreto patrón, lo cual no llegaron a influir significativamente la resistencia del concreto F`c 210 kg/cm<sup>2</sup>.



## VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los futuros investigadores:

- 7.1. Elaborar los testigos cilíndricos con mucho cuidado respetando los pesos indicados en el diseño de mezcla de la manera más favorable; a condición de no buscar alteraciones en las roturas en los diferentes tiempos de curado.
- 7.2. Evaluar la obtención del material de las cáscaras de huevo dado que esto puede llevar meses en su recolección para luego ser llevado a laboratorio realizando sus respectivos ensayos con el fin de incitar la conservación y protección del medio ambiente al igual que el ahorro económico y cómodo.
- 7.3. Realizar posteriores investigaciones en donde se tome en cuenta la sustitución de estos materiales pero en porcentajes más continuos para evaluar si existe una continuación de mejora en la resistencia  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.
- 7.4. Lavar las cáscaras de huevo, luego secarlo al aire libre en un promedio de 36 horas; en ese instante triturarlas manualmente para que no ocasione un mal olor en el punto de acopio, tratando de llevar una limpieza apropiada al momento de trasladarlo al laboratorio.

## REFERENCIAS

ABANTO, Flavo. TECNOLOGÍA DEL CONCRETO (Teoría y Problemas). Lima: Editorial San arcos E.I.R.L, 2016. 242 pp.

ISBN: 9786123020606

AGUINAGA, Giancarlos. Mitigación de los efectos negativos en el concreto de  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, producidos por las altas temperaturas en la ciudad de Tarapoto. Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Perú: Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, 2019. 147 pp. [Fecha de consulta: 02 mayo 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/NhhKINZ>

AIZPURUA, Lidia; MORENO, Geneva y CABALLERO, Karen. Estudio del concreto de alta resistencia con el uso de cenizas de materiales orgánicos y polímeros. Revista de I+D Tecnológico [en línea]. Diciembre 2018, no. 2. [Fecha de consulta: 22 abril 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/0hhKZeW>

ISSN: 1680-8894

ALFARO, Jhon y CASTRO, David. Análisis Comparativo de las Propiedades físicas – mecánicas del concreto de resistencias  $f'c = 210, 280, 350$  kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo material cementicio por cáscara de huevo. Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, 2019. 203 pp. [Fecha de consulta: 23 abril 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/NhhKMkt>

ALVARADO, Ebert. Análisis del estado plástico y endurecido del concreto usando aditivo súper plastificante y la cáscara de huevo molido en concretos con hormigón. Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2019. 280 pp. [Fecha de consulta: 22 mayo 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/8hhK19k>

APAYCO, Amelia [et al.]. Diseño de Mezcla por el Método ACI. Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Privada del Norte, 2016. 75 pp. [Fecha de consulta: 20 mayo 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/lhhK09u>

ASHFAQUE, Jhatial [et al.]. Utilization of Palm Oil Fuel Ash and Eggshell Powder as Partial Cement Replacement-A Review. Civil Engineering Journal [in line]. August 2018, no 8. [Fecha de consulta: 21 setiembre 2020].

Available in: <https://cutt.ly/FhhK9kd>

DOI: 10.28991/cej-03091131

BHARTIYA, Anviti y DUBEY, Manish. Replacement of cement with coconut shell ash and egg shell powder for preparation of fresh concrete. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) [in line]. June 2018, vol. 5, no 6. [Fecha de consulta: 22 setiembre 2020].

Available in: <https://cutt.ly/RhhK5ma>

ISSN: 2395-0056

BOLOGNINI, Humberto; MARTÍNEZ, Nicolás y TROCONIS DE RINCÓN, Oladis. Caracterización química y físico-mecánica de cementos adicionados de filer calizo en Venezuela [en línea]. Setiembre – Diciembre 2015, no 3. [Fecha de consulta: 21 setiembre 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/hhhLwRd>

ISSN: 2007-6835

BUSTAMANTE, Atilano. Evaluación de la resistencia a compresión del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  empleando paja de ichu en el distrito de chota, Cajamarca – 2018. Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2018. 109 pp. [Fecha de consulta: 19 abril 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/1hhLrre>

CAICEDO, Edwin. Materiales de construcción hechos con cáscara de huevo y otros residuos [en línea]. *El Espectador*. Colombia. 30 de enero de 2019. [Fecha de consulta: 19 abril 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/4hhLaY3>

CAMONES, Jady. Resistencia de adoquines de concreto  $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ , sustituyendo el cemento en 10% por la combinación de ceniza de bagazo de cebada y cáscara de huevo. Tesis (Pregrado de Ingeniería Civil). Huaraz: Universidad San Pedro, 2018. 175 pp. [Fecha de consulta: 20 abril 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/YhhLhDj>

CARRILLO, Ana. Población y Muestra. Tesis (Magister en Ciencias Sociales y Humanidades). México: Universidad Autónoma del Estado de México, 2015. 35 pp. [Fecha de consulta: 25 junio 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/jhhLkb8>

CIP 35 Prueba de Resistencia a la Compresión del Concreto [en línea]. Federación Iberoamérica del Hormigón Premezclado. [Fecha de consulta: 11 mayo 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/xhmi6gD>

DHANALAKSHMI, M.; SOWMYA, NJ y CHANDRASHEKAR A. A Comparative Study on Egg Shell Concrete with Partial Replacement of Cement by Fly Ash. *International Journal of Engineering Research & Technology* [in line]. May 2015, no. 5. [Fecha de consulta: 07 mayo 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/hhhLxRm>

ISSN: 2278-0181

EFECTO de la adición mineral cal- zeolita sobre la resistencia a la compresión y la durabilidad de un hormigón por Juan José Dópico Montes de Oca [et al]. Universidad Central Marta Abreu de las Villas [en línea]. Agosto 2009, no. 2. [Fecha de consulta: 07 octubre 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/hhhLbec>

ISSN: 0718-5073

GABOL, Nisar [et al]. Analysis of eggshell powder as a partial replacing material in concrete. International Journal of Modern Research in Engineering & Management [in line]. September 2019, no 9. [Fecha de consulta: 07 octubre 2020]

Available in: <https://cutt.ly/GhhLmYW>

ISSN: 2581-4540

GOWSIKA, SARANKOKILA y SARGUMAN. Experimental Investigation of Egg Shell Powder as Partial Replcement with Cement in Concrete. International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETI) [in line]. August 2014, no 2. [Fecha de consulta: 17 abril 2020]

Available in: <https://cutt.ly/rhhLRC2>

ISSN: 2231-5381

HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la Investigación [en línea]. 6ª ed. México: Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, 2014. 634 pp. [Fecha de consulta: 09 mayo de 2020]

Disponible en: <https://cutt.ly/WhhLYQO>

IZQUIERDO, I.; SOTO, O y RAMALHO, M. Physical and Mechanical Properties of Concrete Using Residual Powder from Organic Waste as Partial Cement Replacement. Revista ingeniería de construcción [in line]. December 2018, no 3. [Fecha de consulta: 01 octubre 2020].

Available in: <https://cutt.ly/GhhLOA3>

ISSN: 0718-5073

JAIMES, Víctor. Resistencia de adoquines de concreto  $f_c = 320 \text{ kg/cm}^2$ , sustituyendo el cemento en 15% y 30% por una combinación de cáscara de huevo

y vidrio molido. Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Huaraz: Universidad San Pedro, 2018. 132 pp. [Fecha de consulta: 03 mayo 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/RhhLPTB>

KUMAR, Praveen; SARATHY, Vijaya y RAVINDRARAJ, Jose. Experimental Study on Partial Replacement of Cement with Egg Shell Powder. International Journal of Innovations in Engineering and Technology (IJET) [in line]. April 2015, no. 2. [Fecha de consulta: 06 diciembre 2020].

Available in: <https://cutt.ly/RhmFDT2>

ISSN: 2319-1058

LAZO, Cesar [et al.]. MANUAL del maestro constructor. CORPORACION ACEROS AREQUIPA S.A, 2010. 122 pp. [Fecha de consulta: 02 mayo 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/QhhLA5A>

MACÍAS, Byron [et al.]. Análisis del concreto sin cemento. Artículo Científico (Pregrado en Ingeniería Civil). Ecuador: Universidad Técnica de Manabí, 2019. [Fecha de consulta: 25 abril 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/ihhLJzW>

MALCA, Eduar. Efecto de la Incorporación de Cal en la Resistencia a la Compresión del Concreto, Cajamarca – 2018. Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Perú: Universidad César Vallejo, 2018. 84 pp. [Fecha de consulta: 24 abril 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/ehhLKac>

MANTILLA, Jessica. Influencia de la Fibra de Vidrio Tipo E en las Propiedades Mecánicas Resistencia a la Compresión y Flexión del Concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Perú: Universidades César Vallejo, 2017. 101 pp. [Fecha de consulta: 14 abril 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/whhLLp9>

MANZANO, Ramiro y GARCÍA, Herney. Sobre los criterios de inclusión y exclusión. Más allá de la publicación. Revista chilena de pediatría [en línea]. Diciembre 2016, no. 6. [Fecha de consulta: 28 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/HhhLXHA>

ISSN: 0370-4106

MATÍAS, Samuel. Resistencia de un concreto  $F'_{C}=210\text{kg/cm}^2$  sustituyendo el 10% y 16% de cemento por una combinación de cáscara de huevo y ceniza de hoja de eucalipto. Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Huaraz: Universidad San Pedro, 2018. 112 pp. [Fecha de consulta: 17 abril 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/fhhLCnx>

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). REGLAMENTO Nacional de Edificaciones: Megabyte S.A.C Grupo Editorial, 2018. 831 pp. [Fecha de consulta: 02 mayo 2020].

MISHRA, Gaurav y PATHAK, Nitesh. Strength and durability study on standard concrete with partial replacement of cement and sand using egg shell powder and earthenware aggregates for sustainable construction. Int. J. Res. Dev. Technol [in line]. December 2017, no. 6. [Fecha de consulta: 21 octubre 2020].

Available in: <https://cutt.ly/3hhL2Zg>

ISSN: 2349-3585

PACCO, Juan. Efecto de la Adición de Cal en la Resistencia a la Compresión de un Concreto. Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2016. 96 pp. [Fecha de consulta: 12 mayo 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/yhhL3eO>

PAJUELO, Luciano. Resistencia del concreto con cemento sustituido por la combinación de cal (en 0%, 10% y 12%) y arcilla (en 0%, 7% y 9%). Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Chimbote: Universidad San Pedro, 2018. 118 pp. [Fecha de consulta: 27 octubre 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/FhhL8II>

PARTHASARATHI, Narayanaswamy; PRAKASH y SATYANARAYANAN. Experimental Study on Partial Replacement of Cement with Egg Shell Powder and Silica Fume. RJC [in line]. April 2017, no. 2. [Fecha de consulta: 11 mayo 2020].

Available in: <https://cutt.ly/ChhL5PC>

DOI: 10.7324/RJC.2017.1021689

PEREDA, Balvina. Efecto de la Clara de Huevo en la Resistencia a la Compresión y Capilaridad del Mortero de Cemento, Arena y Cal – Trujillo 2017. Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2017. 99 pp. [Fecha de consulta: 28 abril 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/AhhZqpC>

PRASHANT. IMPACT ON COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE BY PARTIAL REPLACEMENT OF CEMENT WITH LIME POWDER. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) [in line]. April 2019, no. 04. [Fecha de consulta: 05 diciembre 2020]

Available in: <https://cutt.ly/LhmrCXb>

ISSN: 2395-0056

REDDY, Vijaya; SUBHASHINI, K. y SURESH, T. Properties of concrete by partially replacing cement with eggshell powder. International Journal of Scientific Development and Research (IJS DR) [in line]. October 2018, vol. 3, no. 10. [Fecha de consulta: 28 octubre 2020].

Available in: <https://cutt.ly/dhhZe7X>

ISSN: 2455-2631

REN, Johnny. Experimental study on concrete of blended cement with eggshell powder and fly ash. Thesis (undergraduate in civil engineering). Universiti Malaysia Pahang, 2018, 56 pp. [Fecha de consulta: 12 diciembre 2020].



Available in: <https://bit.ly/3nj1vbW>

REYES, Miguel. Resistencia a compresión de un concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> al sustituir al cemento en 4%, 6% y 8% por cáscara de huevo. Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Huaraz: Universidad San Pedro, 2019. 130 pp. [Fecha de consulta: 15 abril 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/JhhZtUI>

ROJAS, Marcelo. Tipo de investigación científica: una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación. Revista Electrónica de Veterinaria [en línea]. 2015, no. 1. [Fecha de consulta: 2 octubre 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/ghhZoY4>

ISSN: 1695-7504

RTVE. Director: Álvarez Kike. Radiodifusión, 2017. [Fecha de consulta: 2 mayo 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/ChhZapf>

SALDAÑA, Juan. Resistencia a la compresión y permeabilidad de mortero sustituyendo el cemento en 10% y 20% por polvo de cáscara de huevo y ceniza de cáscara de arroz. Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Chimbote: Universidad San Pedro, 2018. 151 pp. [Fecha de consulta: 17 mayo 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/1hhZsNZ>

SHEELAN, Hama. Improving mechanical properties of lightweight Porcelanite aggregate concrete using different waste material. International Journal of Sustainable Built Environment [in line]. March 2017, no. 6. [Fecha de consulta: 12 diciembre 2020].

Available in: <https://bit.ly/37eiaIn>

DOI: 10.1016/j.ijjsbe.2017.03.002

USEDÓ, Rafael. Estudio y análisis de la utilización de la cal para el patrimonio arquitectónico. Tesis (Magister en Arquitectura). España: Universidad Politécnica de Valencia. 2015. 151 pp. [Fecha de consulta: 15 mayo 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/nhhZd4m>

VAKHSHOURI, Behnam y NEJADI, Sejadi. PREDICTION OF COMPRESSIVE STRENGTH IN LIGHT-WEIGHT SELF-COMPACTING CONCRETE BY ANFIS ANALYTICAL MODEL. De Gruyter [in line]. June 2015, no. 2. [Fecha de consulta: 28 abril 2020].

Available in: <https://cutt.ly/lhhZkze>

DOI: 10.1515/ace-2015-0014

VENTURA, José. La importancia de reportar la validez y confiabilidad en los instrumentos de medición: Comentarios a Arancibia [et al.]. Revista Médica de Chile [en línea]. Julio 2017, no. 7. [Fecha de consulta: 18 noviembre 2020].

Disponible en: <https://cutt.ly/QhhZcOU>

ISSN: 0034-9887

YEONG, Tan. Properties of Concrete Containing Eggshell Powder as Partial Cement Replacement. Thesis (undergraduate in civil engineering). Universiti Malaysia Pahang, 2017. 83 pp. [Fecha de consulta: 12 diciembre 2020].

Available in: <https://bit.ly/3nj1vbW>

YU, Yeong; CHOO, Siew y ING, Shu. Eggsheell as partial cement replacement in concrete development. Magazine of Concrete Research [in line]. July 2018, no. 13. [Fecha de consulta: 06 diciembre 2020].

Available in: <https://cutt.ly/bhmGaif>

ISSN: 0024-9831

## ANEXO Nº 1: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>V.D. Resistencia a la compresión del concreto f' c 210 kg/cm2</b>	“La resistencia a la compresión es conocer el peso que soporta la carga máxima de la muestra, se calcula desde que se origina una ruptura, por lo cual se mide en kg/cm2 y en alguna frecuencia por lb/pulg2 pero en unidades de S.I. es MPa.” (Mantilla,2017, p.17)	La variable de la resistencia a la compresión se determinó por medio de ensayos aplicadas a probetas cilíndricas (6 x 12 pulg) teniendo un curado de 7, 14 y 28 días, asimismo adicionándole al concreto distintos materiales con porcentajes variados.	Compresión entre el concreto patrón y concreto experimental.	Resistencia a los 7 días Resistencia a los 14 días Resistencia a los 28 días	Escala de Razón
<b>V.I. Sustitución por la combinación de cáscaras de huevo y cal</b>	“El producto de las cáscaras de huevo es un aditivo natural para el concreto ya que contiene carbonato de calcio.” (Castro y Alfaro, 2019, p.36) “La cal es una materia prima extraída de la piedra caliza, además contiene algunas propiedades similares al cemento.” (Malca, 2018, p.27)	La fabricación del concreto con las nuevas propuestas también estará constituida por cemento, agregados, agua, asimismo serán añadidas en un 15% y 25% dentro de la mezcla.	Porcentaje en peso de cáscaras de huevo y cal.	15% (10% cáscaras de huevo + 5% cal) 25% (15% cáscaras de huevo + 10% cal)	Escala de Razón

Fuente: Elaboración propia, 2020.

## ANEXO Nº 2: Instrumentos de recolección de datos -- Fichas técnicas

### ASTM propios del laboratorio GEOLAB - DISEÑO DE MEZCLA



**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6. PP.JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:20604190640  
CELULAR:954877150 - 945417124 e-mail: wilze822@hotmail.com

<b>TESIS</b>	: :RESISTENCIA DEL CONCRETO $F_c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> , SUSTITUYENDO EL 15% Y 25% DEL :CEMENTO POR CASCARA DE HUEVO Y CAL, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2020
<b>UBICACION</b>	: :DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
<b>TESISTAS</b>	: :BALDEON RODRIGUEZ ALEXANDER DAVID :QUISPE FAJARDO ANGIE NICOLE ALESSANDRA
<b>FECHA</b>	: :AGOSTO DEL 2020

#### DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

**DISEÑO :  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

#### I. ESPECIFICACIONES:

La resistencia de diseño a los 28 días es de :  
se desconoce el valor de la desviación estándar

$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

##### 1.2 Materiales:

###### 1.2.1 Cemento:

- Cemento Tipo I  
- Peso Específico 3.12 gr/cm<sup>3</sup>

###### 1.2.2 Agregado Fino:

- Arena Gruesa de Cantera: "LA CUMBRE"  
- Peso Específico 2.62 gr/cm<sup>3</sup>  
- Absorción 0.49%  
- Contenido de Humedad 0.48%  
- Módulo de Fineza 2.66  
- Peso Suelto Seco 1546.00 Kg/m<sup>3</sup>  
- Peso Seco Varillado 1703.00 Kg/m<sup>3</sup>

###### 1.2.3 Agregado Grueso:

- Piedra Chancada Cantera: "LA SORPRESA"  
- Tamaño máximo nominal 1/2" - 3/4"  
- Peso seco varillado 1748.00 Kg/m<sup>3</sup>  
- Peso Específico 2.72 gr/cm<sup>3</sup>  
- Absorción 0.61%  
- Contenido de Humedad 0.39%  
- Peso Suelto Seco 1490.00 Kg/m<sup>3</sup>

###### 1.2.4 Agua

Potable de la zona

#### II. SECUENCIA DE DISEÑO

##### 2.1 Selección de la Resistencia Promedio de Diseño ( $f_{cr}$ ) norma ININVI

se tiene :

$f_{cr} = f_c + 84$  294 Kg/cm<sup>2</sup>

##### 2.2 Selección del Tamaño Máximo Nominal:

El tamaño máximo nominal : 1/2" - 3/4"

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES EIRL  
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



---

OFICINA: MZ. C LOTE 6, PP.JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:20604190640  
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilze822@hotmail.com

**2.3 Selección del Asentamiento:**

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

**2.4 Volumen Unitario de Agua:**

Para una mezcla de concreto de 3" a 4" de asentamiento, sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de: 1/2" - 3/4"  
El volumen unitario de agua es: 205 lt/m<sup>3</sup>

**2.5 Contenido de Aire**

Aire atrapado 2.00 %

**2.6 Relación Agua - Cemento**

Para una resistencia de diseño: 294 Kg/cm<sup>2</sup> sin aire incorporado  
Relación Agua - Cemento es: 0.512 por resistencia

**2.7 Factor Cemento:**

Contenido de cemento: 400.39 Kg/m<sup>3</sup>  
9.42 bls/m<sup>3</sup>

**2.8 Contenido de Agregado Grueso:**

Para un módulo de fineza = 2.660  
Tamaño máximo nominal = 1/2" - 3/4"  
Volumen Unitario Ag. Grueso = 0.5230 m<sup>3</sup>  
Peso Ag. Grueso 914.20

**2.9 Cálculo de Volúmenes Absolutos:**

Cemento:	0.128 m <sup>3</sup>
Agua:	0.205 m <sup>3</sup>
Aire atrapado	0.02 m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	0.336 m <sup>3</sup>
Total =	0.689 m <sup>3</sup>

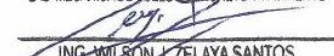
**2.10 Contenido de Agregado Fino:**

Vol. Absoluto Ag. Fino: 0.311 m<sup>3</sup>  
Peso Ag. Fino seco: 814.33 Kg/m<sup>3</sup>

**2.11 Valores de diseño:**

Cemento:	400.39 Kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño:	205 lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino seco:	814.33 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso seco:	914.20 Kg/m <sup>3</sup>
Peso total :	2333.92 Kg/m <sup>3</sup>

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

  
 ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
 CIP N° 195373  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



---

OFICINA: MZ. CLOTE 6. PP.JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:20604190640  
CELULAR: 954877150 - 945417124 e-mail: wilze822@hotmail.com

**2.12 Corrección por Humedad del Agregado:**

Agregado fino:	814.37 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso:	914.24 Kg/m <sup>3</sup>
<i>Humedad Superficial de:</i>	
Agregado fino:	0.000 %
Agregado grueso:	0.0022 %

*Aportes de Humedad de los Agregados:*

Agregado fino:	0.00 lt/m <sup>3</sup>
Agregado grueso:	0.02 lt/m <sup>3</sup>
Total =	0.02 lt/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva:	204.98 lt/m <sup>3</sup>

*Los pesos de los materiales ya corregidos serán:*

Cemento:	400.39 Kg/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva:	204.98 lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino:	814.37 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso:	914.24 Kg/m <sup>3</sup>
	2333.98

**2.13 Proporción en Peso:**

1	2.03	2.28	0.51
---	------	------	------

**2.14 Pesos por Tandas de un Saco:**

Cemento:	42.5 Kg/saco
Agua Efectiva:	21.76 lt/saco
Agregado Fino Humedo:	86.44 Kg/saco
Agregado Grueso Humedo:	97.04 Kg/saco

**2.15 Peso por pie cúbico del:**

Agregado Fino Humedo:	18.60 Kg/pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Humedo:	21.66 Kg/pie <sup>3</sup>

**2.16 Dosificación en Volumen:**

Cemento:	1.00 pie <sup>3</sup>
Agregado Fino Humedo:	1.97 pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Humedo:	2.30 pie <sup>3</sup>

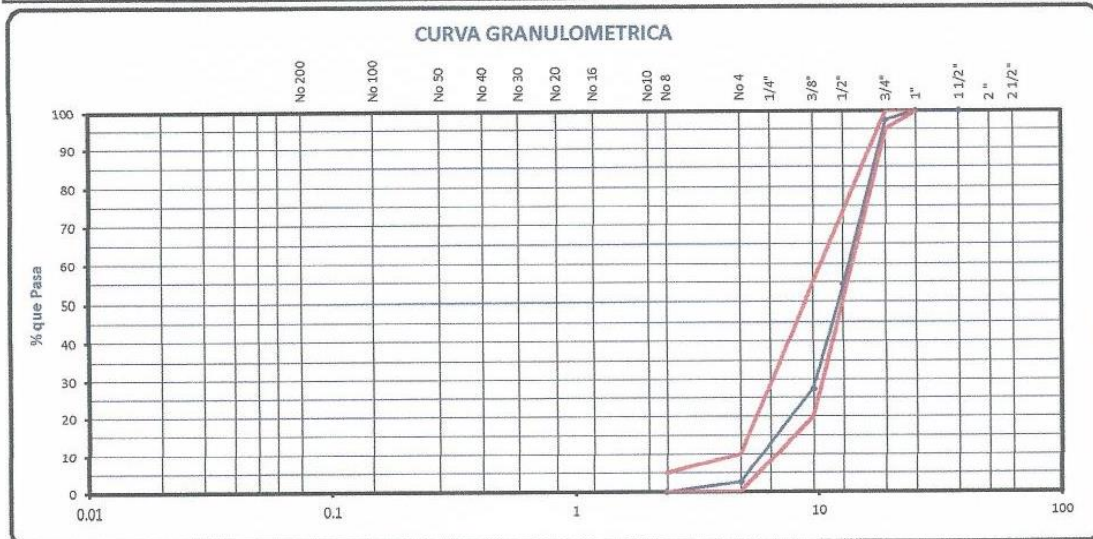
**Dosificación:**

1	1.97	2.30	21.76 lts
---	------	------	-----------

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES EIRL  
 LAB MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
  
 ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
 CIP N° 195373  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ANEXO Nº 3: Instrumentos de recolección de datos -- Fichas técnicas ASTM  
propios del laboratorio GEOLAB - ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422**

TAMIZ		ABERTURA	PESO RET.	RETENIDO		PASANTE	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
ASTM	(mm.)	(gr)		PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)			
3"	76.200							Tamaño Maximo : 3/4" pulg.
2 1/2"	63.500							Humedad : 0.39 %
2"	50.800							Piedra : 97.5 %
1 1/2"	38.100				100.0	100	100	Arena : 2.5 %
1"	25.400				100.0	95	100	Modulo de Fineza : 6.7 -
3/4"	19.050	325.0	2.4	2.4	97.6	95	100	Malla 200 : --- %
1/2"	12.700	5802.0	43.1	45.5	54.5	20	55	Equiv. Arena : --- %
3/8"	9.525	3615.0	26.9	72.4	27.6			Peso Especifico : 2.694 gr/cm <sup>3</sup>
1/4"	6.350							Absorcion : 0.62 %
No. 4	4.760	3375.0	25.1	97.5	2.5	0	10	P. U. S : 1490 kg/m <sup>3</sup>
No. 8	2.360	332.0	2.5	100	0.0	0	5	P. U. C : 1748 kg/m <sup>3</sup>
No. 10	2.000							Sales solubles : 0.01 %
No. 16	1.190							Durabilidad : 5.25 %
No. 20	0.834							Abrasion : 12.2 %
No. 30	0.600							Part. Chatas y Alarg. : 6.24 %
No. 40	0.420							Caras fracturadas : 96.9 %
No. 50	0.300							Indice de durabilidad : --- -
No. 60	0.250							
No. 80	0.177							
No. 100	0.149							
No. 200	0.075							
-200		1.0						<b>PESO TOTAL (Gr) : 13450.0</b>



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
  
**ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS**  
 CIP N° 195373  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay M.; B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
 Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilson822@hotmail.com

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

### DATOS DE LA MUESTRA

**TESIS:** "RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO EL 15% Y 25% DEL CEMENTO POR CASCARA DE HUEVO Y CAL, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2020

**TESISTAS:** BALDEON RODRIGUEZ ALEXANDER DAVID - QUISPE FAJARDO ANGIE NICOLE ALESSANDRA

**UB. DE MUESTRA:** CANTERA LA CUMBRE (VESIQUE) - ARENA GRUESA

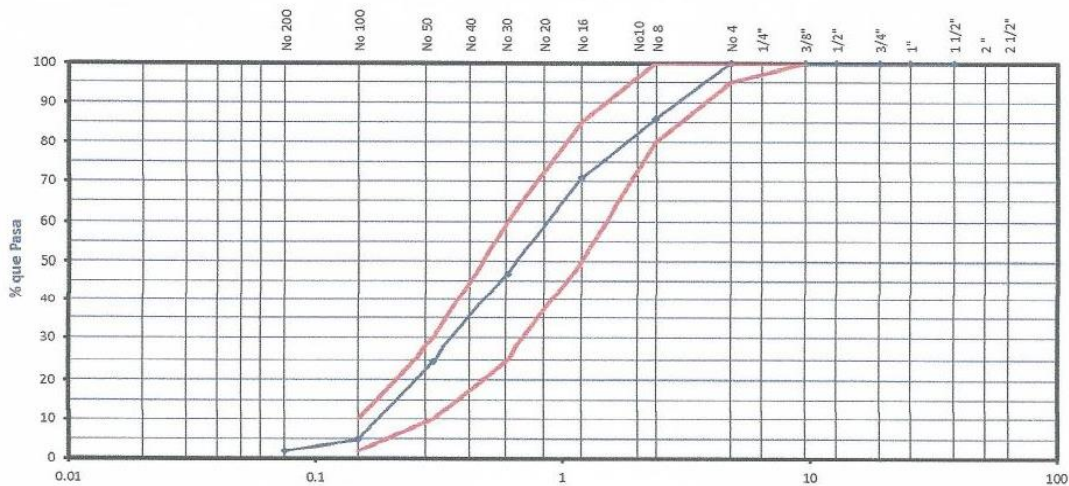
**MUESTREO:** ACOPIO

**N° MUESTRA:** M-1

**F. MUESTREO:** 01/08/20  
**FECHA DE ENSAYO:** 02/08/20

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RET. (gr)	RETENIDO		PASANTE (%)	LIMITES PERMISIBLES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)				
3"	76.200							Tamaño Maximo : 3/16" pulg.
2 1/2"	63.500							Humedad : 0.48 %
2"	50.800							Piedra : %
1 1/2"	38.100							Arena : 100.0 %
1"	25.400							Modulo de Fineza : 2.66 -
3/4"	19.050							Malla 200 : 2.0 %
1/2"	12.700							Equiv. Arena : 84 %
3/8"	9.525					100	100	Peso Especifico : 2.628 gr/cm <sup>3</sup>
1/4"	6.350							Absorcion : 0.50 %
No. 4	4.760				100.0	95	100	P. U. S : 1546 kg/m <sup>3</sup>
No. 8	2.360	118.0	14.1	14.1	85.9	80	100	P. U. C : 1703 kg/m <sup>3</sup>
No. 10	2.000							Sales solubles : 0.02 %
No. 16	1.190	125.0	15.0	29.1	70.9	50	85	
No. 20	0.834							
No. 30	0.600	197.6	23.7	52.8	47.2	25	60	
No. 40	0.420							
No. 50	0.300	188.3	22.5	75.3	24.7	10	30	
No. 60	0.250							
No. 80	0.177							
No. 100	0.149	165.0	19.8	95.1	4.9	2	10	PESO TOTAL (Gr) : 835.2
No. 200	0.075	25.0	3.0	98.1	1.9			
-200		16.3						

CURVA GRANULOMETRICA




GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
 CIP N° 195373  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



**ANEXO N° 4: Instrumentos de recolección de datos -- Fichas técnicas ASTM  
propios del laboratorio GEOLAB - ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 2216**

 <b>GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS, LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190649 Telefono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilke822@hotmail.com						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS						
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108 ASTM D 2216						
DATOS DE LA MUESTRA						
TESIS :	"RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c 210 kg/cm2, SUSTITUYENDO EL 15% Y 25% DEL CEMENTO POR CASCARA DE HUEVO Y CAL, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2020					
TESISTAS :	BALDEON RODRIGUEZ ALEXANDER DAVID - QUISPE FAJARDO ANGIE NICOLE AL F. MUESTREO: 01/08/20					
UB. DE MUESTRA:	CANTERA LA SORPRESA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - 3/4"				FECHA DE ENSAYO: 02/08/20	
MUESTREO:	ACOPIO					
N° MUESTRA:	M-1					
DATOS						
DESCRIPCION	UND.	MUESTRA. - 1	MUESTRA. - 2	MUESTRA. - 3	MUESTRA. - 4	PROMEDIO
Recipiente	N°	1				
Recipiente + Suelo Humedo	gr.	562.32				
Recipiente + Suelo Seco	gr.	560.12				
Peso del Recipiente	gr.	0.00				
Peso del Agua	gr.	2.20				
Peso del Suelo Seco	gr.	560.12				
Humedad	%	0.39				0.39

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
  
 ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
 CIP N° 198373  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Telefono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108 ASTM D 2216

**DATOS DE LA MUESTRA**

**TESIS:** "RESISTENCIA DEL CONCRETO F<sup>c</sup> 210 kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO EL 15% Y 25% DEL CEMENTO POR CASCARA DE HUEVO Y CAL, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2020

**TESISTAS :** BALDEON RODRIGUEZ ALEXANDER DAVID - QUISPE FAJARDO ANGIE NICOLE AI      **F. MUESTREO:** 01/08/20

**UB. DE MUESTRA:** CANTERA LA CUMBRE (VESIQUE) - ARENA GRUESA      **FECHA:** 02/08/20

**MUESTREO:** ACOPIO

**N° MUESTRA:** M-1

**DATOS**

DESCRIPCION	UND.	MUESTRA. - 1	MUESTRA. - 2	MUESTRA. - 3	MUESTRA. - 4	PROMEDIO
Recipiente	N°	1				
Recipiente + Suelo Humedo	gr.	495.36				
Recipiente + Suelo Seco	gr.	493.00				
Peso del Recipiente	gr.	0.00				
Peso del Agua	gr.	2.36				
Peso del Suelo Seco	gr.	493.00				
Humedad	%	0.48				0.48

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_


\_\_\_\_\_

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

*(Handwritten Signature)*

**ING WILSON FELAY SANTOS**  
CIP N° 400373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ANEXO Nº 4: Instrumentos de recolección de datos -- Fichas técnicas ASTM  
propios del laboratorio GEOLAB - GRAVEDAD ESPECÍFICA ASTM C 127-128**

 <p><b>GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b>          LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS          ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,          CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,          LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS          Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190648          Teléfono: 954877150 945417134 e-mail: Wlze822@hotmail.com</p>					
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO</b>					
<b>GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS</b> NORMAS TÉCNICAS: MTC E 205-206, ASTM C 127-128 AASHTO 84-85					
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>					
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c 210 kg/cm2, SUSTITUYENDO EL 15% Y 25% DEL CEMENTO POR CASCARA DE HUEVO Y CAL, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2020				
<b>TESISTAS:</b>	BALDEON RODRIGUEZ ALEXANDER DAVID - QUISEP FAJARDO ANGIE NICOLE ALESSANDRA <b>F. MUESTREO:</b> 01/08/20				
<b>UB. DE MUESTRA</b>	CANTERA LA SORPRESA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - 3/4" <b>FECHA DE ENSAYO:</b> 02/08/20				
<b>MUESTREO:</b>	ACOPIO				
<b>Nº MUESTRA:</b>	M-1				
<b>DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO DE LOS AGREGADOS</b>					
<b>AGREGADO GRUESO MTC E 206</b>					
A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Aire ) (gr)	4536.0	4582.0		
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Agua ) (gr)	2848.0	2885.0		
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	1688.0	1697.0		
D	Peso material seco en estufa (105°C) (gr)	4510.0	4552.0		
E	Vol. de masa = C- ( A - D ) (cm³)	1662.0	1667.0		PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = D/C (gr/cm³)	2.672	2.682		2.677
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/C (gr/cm³)	2.687	2.700		2.694
	Pe Aparente ( Base Seca ) = D/E (gr/cm³)	2.714	2.731		2.722
	Absorción = (( A - D ) / D * 100 ) (%)	0.576	0.659		0.618

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO  
  
**ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS**  
 CIP Nº 195373  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: WILCO822@hotmail.com



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 205-206, ASTM C 127-128 AASHTO 84-85

**DATOS DE LA MUESTRA**

**TESIS:** "RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO EL 15% Y 25% DEL CEMENTO  
0 POR CASCARA DE HUEVO Y CAL, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2020

**TESISTAS :** BALDEON RODRIGUEZ ALEXANDER DAVID - QUISEP FAJARDO ANGIE NICOLE ALESSANDRA **F. MUESTREO:** 01/08/20

**UB. DE MUESTRA** CANTERA LA CUMBRE (VESIQUE) - ARENA GRUESA **FECHA:** 02/08/20

**MUESTREO:** ACOPIO

**N° MUESTRA:** M-1

**DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO DE LOS AGREGADOS**



**AGREGADO FINO MTC E 205**

		(gr)	500.00	500.00		
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire )	(gr)	500.00	500.00		
B	Peso Frasco + agua	(gr)	677.00	678.90		
C	Peso Frasco + agua + A	(gr)	1177.00	1178.90		
D	Peso del Mat. + agua en el frasco	(gr)	987.10	988.32		
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D	(gr)	189.90	190.58		
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	(gr)	497.20	497.86		
G	Vol de masa = E - ( A - F )	(cm <sup>3</sup> )	187.10	188.44		PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.62	2.61		2.615
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.633	2.624		<b>2.628</b>
	Pe aparente ( Base Seca ) = F/G	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.657	2.642		2.650
	Absorción = ((A - F)/F)*100	(%)	0.563	0.430		0.496

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS

## ANEXO N° 5: Peso unitario y varillado - ASTM C 29-91

 <b>GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b> LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS, LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mt. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640 Telefono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com	
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO</b>	
<b>PESO UNITARIO Y VACIO DE LOS AGREGADOS</b> NORMAS TÉCNICAS: MTC E 203, ASTM C 29-91	
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>	
<b>TESIS:</b>	"RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c 210 kg/cm <sup>2</sup> , SUSTITUYENDO EL 15% Y 25% DEL CEMENTO POR CASCARA DE HUEVO Y CAL, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2020
<b>TESISTAS:</b>	BALDEON RODRIGUEZ ALEXANDER DAVID - QUISEP FAJARDO ANGIE NICOLE ALESSANDRA <span style="float: right;">F. MUESTREO: 01/08/20</span>
<b>UB. DE MUESTRA:</b>	CANTERA LA SORPRESA - PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - 3/4" <span style="float: right;">FECHA DE ENSAYO: 02/08/20</span>
<b>MUESTREO:</b>	ACOPIO
<b>N° MUESTRA:</b>	M-1

<b>PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO</b>						
DETERMINACION N°	SUELTO			VARILLADO		
	1	2	3	4	5	6
Peso del molde más agregado seco ( gr )	17005	17110	16985	18445	18456	18461
Peso del molde ( gr )		8813			8813	
Peso del agregado seco ( gr )	8192	8297	8172	9632	9643	9648
Volúmen del molde ( cm <sup>3</sup> )		5516			5516	
Peso específico Bulk del agregado ( gr/cm <sup>3</sup> )		2.694			2.694	
Absorción del agregado ( % )		0.62			0.62	
Peso Unitario en condición SSS ( kg/m <sup>3</sup> )	1494	1513	1491	1757	1759	1760
Vacios en el agregado ( % )	44.8	44.0	44.9	35.0	35.0	34.9
Peso Unitario en condición Seca ( kg/m <sup>3</sup> )	1485	1504	1482	1746	1748	1749
Peso Unitario Seco promedio ( kg/m <sup>3</sup> )		<b>1490</b>			<b>1748</b>	


GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES EIRL  
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO  
  
 ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
 CIP N° 1953/3  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

*Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wlze822@hotmail.com*



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**PESO UNITARIO Y VACIO DE LOS AGREGADOS**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 203, ASTM C 29-91

**DATOS DE LA MUESTRA**

**TESIS:** "RESISTENCIA DEL CONCRETO F c 210 kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO EL 15% Y 25% DEL CEMENTO  
POR CASCARA DE HUEVO Y CAL, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2020

**TESISTAS :** BALDEON RODRIGUEZ ALEXANDER DAVID - QUISPE FAJARDO ANGIE NICOLE ALESSANDRA      **F. MUESTREO:** 01/08/20

**UB. DE MUESTRA:** CANTERA LA CUMBRE (VESIQUE) - ARENA GRUESA      **FECHA:** 02/08/20

**MUESTREO:** ACOPIO

**Nº MUESTRA:** M-1

**Observaciones:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO**

CANTERA :							
AGREGADO:							
MOLDE :	Nº	SUELTO			VARILLADO		
DETERMINACION Nº		1	2	3	4	5	6
Peso del molde más agregado seco	( gr )	7054	7072	7081	7512	7498	7525
Peso del molde	( gr )	2713			2713		
Peso del agregado seco ( gr )	( gr )	4341	4359	4368	4799	4785	4812
Volúmen del molde	( cm <sup>3</sup> )	2818			2818		
Peso específico Bulk del agregado	( gr/cm <sup>3</sup> )	2.628			2.628		
Absorción del agregado	( % )	0.50			0.50		
Peso Unitario en condición SSS	( kg/m <sup>3</sup> )	1548	1555	1558	1711	1706	1716
Vacios en el agregado	( % )	41.3	41.0	40.9	35.1	35.3	34.9
Peso Unitario en condición Seca	( kg/m <sup>3</sup> )	1540	1547	1550	1703	1698	1708
Peso Unitario Seco promedio	( kg/m <sup>3</sup> )	1546			1703		

**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**  
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
  
**ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS**  
 CIP Nº 195373  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

# ANEXO N° 6: Ensayo de compresión - ASTM C 39-99 Resultados de probetas patrón-



**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TÉCNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

OFICINA: MZ. C LOTE 6, PP.JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC.20604190640  
CELULAR: 974877150 - 945417124 e-mail: wilze022@hotmail.com



**ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO**

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22

**LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**TESIS** : RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO EL 15% Y 25% DEL CEMENTO POR CASCARA DE HUEVO Y CAL.  
: NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2020\*

**UBICACION** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

**TESISTAS** : BALDEON RODRIGUEZ ALEXANDER DAVID  
: QUISPE FAJARDO ANGIE NICOLE ALESSANDRA

**FECHA** : 12 DE AGOSTO DEL 2020

**F'c:** : 210

**ESTRUCTURAS**

Serie	Fecha		ELEMENTO	Tipo de Concreto	Edad (días)	Slump (Pulg.)	Lectura Dial (Kg.)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resisten. Kg./cm <sup>2</sup>	Promedio en % Resisten. Obtenida	Resis. Requerida %
	Nº	Moldeo									
01	12-Ago-20	19-Ago-20	DOSIFICACION PATRON	210	7	4	25910	176.72	146.6	69.8	67
02	12-Ago-20	19-Ago-20	DOSIFICACION PATRON	210	7	4	26670	176.72	150.9	71.9	67
03	12-Ago-20	19-Ago-20	DOSIFICACION PATRON	210	7	4	26550	176.72	150.2	71.5	67
04	12-Ago-20	19-Ago-20	DOSIFICACION PATRON	210	7	4	25580	176.72	144.7	68.9	67

OBS:


La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) debe ser de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.

NOTA:

LOS TESTIGOS FUERON ELABORADOS CON PERSONAL TECNICO DE LABORATORIO.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LAB. MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
  
 ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
 CIP N° 193373  
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



---

OFICINA: MZ. C LOTE 6. PP.JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:20604190640  
 CELULAR: 974877150 - 945417124 e-mail: wilze822@hotmail.com

**ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO**

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**TESIS** : RESISTENCIA DEL CONCRETO  $F_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO EL 15% Y 25% DEL CEMENTO POR CASCARA DE HUEVO Y CAL.  
 : NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2020\*

**UBICACION** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

**TESISTAS** : BALDEON RODRIGUEZ ALEXANDER DAVID  
 : QUISPE FAJARDO ANGIE NICOLE ALESSANDRA

**FECHA** : 12 DE AGOSTO DEL 2020

**F<sup>c</sup>** : 210

**ESTRUCTURAS**

Serie	Fecha		ELEMENTO	Tipo de Concreto	Edad (días)	Slump (Pulg.)	Lectura Dial (Kg.)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resisten. Kg./cm <sup>2</sup>	Promedio en % Resisten. Obtenida	Resis. Requerida %
	Moldeo	Rotura									
01	12-Ago-20	26-Ago-20	DOSIFICACION PATRON	210	14	4	34200	176.72	193.5	92.2	86
02	12-Ago-20	26-Ago-20	DOSIFICACION PATRON	210	14	4	34410	176.72	194.7	92.7	86
03	12-Ago-20	26-Ago-20	DOSIFICACION PATRON	210	14	4	34160	176.72	193.3	92.0	86
04	12-Ago-20	26-Ago-20	DOSIFICACION PATRON	210	14	4	34560	176.72	195.6	93.1	86

OBS:


La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) debe ser de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 años	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.

NOTA:

LOS TESTIGOS FUERON ELABORADOS CON PERSONAL TECNICO DE LABORATORIO.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO  
  
 ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
 CIP N° 195373  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS





## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



---

OFICINA: MZ. C LOTE 6. PP.JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:20604190640  
CELULAR: 974877150 - 945417124 e-mail: wilze822@hotmail.com

**ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO**

NORMAS TÉCNICAS; MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**TESIS** : "RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c 210 kg/cm2, SUSTITUYENDO EL 15% Y 25% DEL CEMENTO POR CASCARA DE HUEVO Y CAL.  
: NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2020"

**UBICACION** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

**TESTISTAS** : BALDEON RODRIGUEZ ALEXANDER DAVID  
: QUISPE FAJARDO ANGIE NICOLE ALESSANDRA

**FECHA** : 12 DE AGOSTO DEL 2020

**F'c:** : 210

<b>ESTRUCTURAS</b>												
Serie	Fecha		ELEMENTO	Tipo de Concreto	Edad (días)	Slump (Pulg.)	Lectura Dial (Kg.)	Área (cm2)	Resisten. Kg./cm2	Promedio en % Resisten. Obtenida	Resis. Requerida %	
	IP	Moldeo										Rotura
01	12-Ago-20	9-Set-20	DOSIFICACION PATRON	210	28	4	38550	176.72	218.1	103.9	100	
02	12-Ago-20	9-Set-20	DOSIFICACION PATRON	210	28	4	39040	176.72	220.9	105.2	100	
03	12-Ago-20	9-Set-20	DOSIFICACION PATRON	210	28	4	39960	176.72	226.1	107.7	100	
04	12-Ago-20	9-Set-20	DOSIFICACION PATRON	210	28	4	39330	176.72	222.6	106.0	100	

OBS:


La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) debe ser de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31


Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.

NOTA:

LOS TESTIGOS FUERON ELABORADOS CON PERSONAL TECNICO DE LABORATORIO.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO  
  
**ING. WILSON ZELAVA SANTOS**  
 CIP N° 49037A  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

## ANEXO N° 7: Resultados de probetas experimentales con el 15%

 <p style="text-align: center;"><b>GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b>                      LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS                      ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,                      CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,                      LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS</p> <p style="text-align: center;">OFICINA: MZ. C LOTE 6. PP.JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:20604190640                      CELULAR: 974877150 - 945417124 e-mail: wilze822@hotmail.com</p>											
ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO											
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22											
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS											
<b>TESIS</b> : RESISTENCIA DEL CONCRETO $F_c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> , SUSTITUYENDO EL 15% Y 25% DEL CEMENTO POR CASCARA DE HUEVO Y CAL. : NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2020*											
<b>UBICACION</b> : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH <b>RESISTAS</b> : BALDEON RODRIGUEZ ALEXANDER DAVID : QUISPE FAJARDO ANGIE NICOLE ALESSANDRA <b>FECHA</b> : 13 DE AGOSTO DEL 2020 <b>Fc:</b> : 210 CON SUSTITUCION DEL 15 % DEL CEMENTO CON CASCARA DE HUEVO Y CAL.											
ESTRUCTURAS											
Serie	Fecha		ELEMENTO	Tipo de Concreto	Edad (días)	Slump (Pulg.)	Lectura Dial (Kg.)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resisten. Kg./cm <sup>2</sup>	Promedio en % Resisten. Obtenida	Resis. Requerida %
	N°	Moldeo									
01	13-Ago-20	20-Ago-20	DOSFICACION CON SUSTITUCION DEL 15 % DEL CEMENTO	210	7	4	27470	176.72	155.4	74.0	67
02	13-Ago-20	20-Ago-20	DOSFICACION CON SUSTITUCION DEL 15 % DEL CEMENTO	210	7	4	27760	176.72	157.1	74.8	67
03	13-Ago-20	20-Ago-20	DOSFICACION CON SUSTITUCION DEL 15 % DEL CEMENTO	210	7	4	26650	176.72	150.8	71.8	67
04	13-Ago-20	20-Ago-20	DOSFICACION CON SUSTITUCION DEL 15 % DEL CEMENTO	210	7	4	25910	176.72	146.6	69.8	67

OBS:


La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) debe ser de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.

NOTA:

LOS TESTIGOS FUERON ELABORADOS POR PERSONAL TECNICO DE LABORATORIO.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LAB MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
  
 ING. WILSOY J. ZELAYA SANTOS  
 CIP N° 195373  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6. PP.JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:20604190640  
CELULAR: 974877150 - 945417124 e-mail: wilze822@hotmail.com

## ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22

## LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO Fc 210 kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO EL 15% Y 25% DEL CEMENTO POR CASCARA DE HUEVO Y CAL,  
: NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2020<sup>o</sup>  
UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
TESISTAS : BALDEON RODRIGUEZ ALEXANDER DAVID  
: QUISPE FAJARDO ANGIE NICOLE ALESSANDRA  
FECHA : 13 DE AGOSTO DEL 2020  
Fc: : 210 CON SUSTITUCION DEL 15 % DEL CEMENTO CON CASCARA DE HUEVO Y CAL

## ESTRUCTURAS

Serie	Fecha		ELEMENTO	Tipo de Concreto	Edad	Slump	Lectura	Área	Resisten.	Promedio en %	Resis. Requerida %
	Moldeo	Rotura			(días)	(Pulg.)	Dial (Kg.)	(cm <sup>2</sup> )	Kg./cm <sup>2</sup>	Resisten. Obtenida	
01	13-Ago-20	27-Ago-20	DOSIFICACION CON SUSTITUCION DEL 15 % DEL CEMENTO	210	14	4	35190	176.72	199.1	94.8	86
02	13-Ago-20	27-Ago-20	DOSIFICACION CON SUSTITUCION DEL 15 % DEL CEMENTO	210	14	4	36410	176.72	206.0	98.1	86
03	13-Ago-20	27-Ago-20	DOSIFICACION CON SUSTITUCION DEL 15 % DEL CEMENTO	210	14	4	36000	176.72	203.7	97.0	86
04	13-Ago-20	27-Ago-20	DOSIFICACION CON SUSTITUCION DEL 15 % DEL CEMENTO	210	14	4	35600	176.72	201.4	95.9	86

OBS:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) debe ser de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 años	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.

NOTA:

LOS TESTIGOS FUERON ELABORADOS POR PERSONAL TECNICO DE LABORATORIO.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES EIRL  
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

OFICINA: MZ. C LOTE 6. PP-JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:20604190640  
CELULAR: 974877150 - 945417124 e-mail: wilze622@hotmail.com



ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**TESIS** : "RESISTENCIA DEL CONCRETO F<sub>c</sub> 210 kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO EL 15% Y 25% DEL CEMENTO POR CASCARA DE HUEVO Y CAL.  
: NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2020"

**UBICACION** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

**TESTISTAS** : BALDEON RODRIGUEZ ALEXANDER DAVID  
: QUISPE FAJARDO ANGIE NICOLE ALESSANDRA

**FECHA** : 13 DE AGOSTO DEL 2020

**F<sub>c</sub>** : 210 CON SUSTITUCION DEL 15 % DEL CEMENTO CON CASCARA DE HUEVO Y CAL.

**ESTRUCTURAS**

Serie Nº	Fecha		ELEMENTO	Tipo de Concreto	Edad (días)	Slump (Pulg.)	Lectura Dial (Kg.)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resisten Kg./cm <sup>2</sup>	Promedio en % Resisten. Obtenida	Resis. Requerida %
	Moldeo	Rotura									
01	13-Ago-20	10-Set-20	DOSIFICACION CON SUSTITUCION DEL 15 % DEL CEMENTO	210	28	4	43280	176.72	244.9	116.6	100
02	13-Ago-20	10-Set-20	DOSIFICACION CON SUSTITUCION DEL 15 % DEL CEMENTO	210	28	4	42840	176.72	242.4	115.4	100
03	13-Ago-20	10-Set-20	DOSIFICACION CON SUSTITUCION DEL 15 % DEL CEMENTO	210	28	4	42100	176.72	238.2	113.4	100
04	13-Ago-20	10-Set-20	DOSIFICACION CON SUSTITUCION DEL 15 % DEL CEMENTO	210	28	4	42210	176.72	238.9	113.7	100

**OBS:**


La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>)  
debe ser de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31


Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.

**NOTA:**

LOS TESTIGOS FUERON ELABORADOS POR PERSONAL TECNICO DE LABORATORIO.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO  
  
 ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
 CIP N° 195373  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

## ANEXO N° 8: Resultados de probetas experimentales con el 25%

 <p style="text-align: center;"><b>GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b></p> <p style="text-align: center;">LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS, LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS</p> <p style="text-align: center;">OFICINA: MZ. C LOTE 6 PP.JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:20604190640 CELULAR: 974877150 - 945417124 e-mail: wilze822@hotmail.com</p>											
ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO											
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22											
<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>											
<b>TESIS</b> : RESISTENCIA DEL CONCRETO F <sub>o</sub> 210 kg/cm <sup>2</sup> , SUSTITUYENDO EL 15% Y 25% DEL CEMENTO POR CASCARA DE HUEVO Y CAL. : NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2020 <sup>o</sup>											
<b>UBICACION</b> : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH <b>TESISTAS</b> : BALDEON RODRIGUEZ ALEXANDER DAVID : QUISPE FAJARDO ANGIE NICOLE ALESSANDRA											
<b>FECHA</b> : 14 DE AGOSTO DEL 2020 <b>F<sub>o</sub></b> : 210 CON SUSTITUCION DEL 25 % DEL CEMENTO CON CASCARA DE HUEVO Y CAL											
<b>ESTRUCTURAS</b>											
Serie N°	Fecha		ELEMENTO	Tipo de Concreto	Edad (días)	Slump (Pulg.)	Lectura Dial (Kg.)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resisten. Kg./cm <sup>2</sup>	Promedio en % Resisten. Obtenida	Resis. Requerida %
	Moledo	Rotura									
01	14-Ago-20	21-Ago-20	DOSIFICACION CON SUSTITUCION DEL 25 % DEL CEMENTO	210	7	4	25250	176.72	142.9	68.0	67
02	14-Ago-20	21-Ago-20	DOSIFICACION CON SUSTITUCION DEL 25 % DEL CEMENTO	210	7	4	25540	176.72	144.5	68.8	67
03	14-Ago-20	21-Ago-20	DOSIFICACION CON SUSTITUCION DEL 25 % DEL CEMENTO	210	7	4	25670	176.72	145.3	69.2	67
04	14-Ago-20	21-Ago-20	DOSIFICACION CON SUSTITUCION DEL 25 % DEL CEMENTO	210	7	4	25950	176.72	146.8	69.9	67

OBS:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) debe ser de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.

NOTA:

LOS TESTIGOS FUERON ELABORADOS POR PERSONAL TECNICO DE LABORATORIO.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO  
  
 ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
 CIP N° 195373  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



OFICINA: MZ. C LOTE 6. PP.JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:20604190640  
CELULAR: 974677150 - 945417124 e-mail: wilze822@hotmail.com

### ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22

### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**TESIS** : RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO EL 15% Y 25% DEL CEMENTO POR CASCARA DE HUEVO Y CAL.  
: NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2020\*

**UBICACION** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

**TESTISTAS** : BALDEON RODRIGUEZ ALEXANDER DAVID  
: QUISPE FAJARDO ANGIE NICOLE ALESSANDRA

**FECHA** : 14 DE AGOSTO DEL 2020

**F.c.** : 210 CON SUSTITUCION DEL 25 % DEL CEMENTO CON CASCARA DE HUEVO Y CAL

### ESTRUCTURAS

Serie	Fecha		ELEMENTO	Tipo de Concreto	Edad (días)	Slump (Pulg.)	Lectura Dial (Kg.)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resisten. Kg./cm <sup>2</sup>	Promedio en % Resisten. Obtenida	Resis. Requerida %
	Moldeo	Rotura									
01	14-Ago-20	28-Ago-20	DOSIFICACION CON SUSTITUCION DEL 25 % DEL CEMENTO	210	14	4	33100	176.72	187.3	89.2	86
02	14-Ago-20	28-Ago-20	DOSIFICACION CON SUSTITUCION DEL 25 % DEL CEMENTO	210	14	4	33320	176.72	188.5	89.8	86
03	14-Ago-20	28-Ago-20	DOSIFICACION CON SUSTITUCION DEL 25 % DEL CEMENTO	210	14	4	32870	176.72	186.0	88.6	86
04	14-Ago-20	28-Ago-20	DOSIFICACION CON SUSTITUCION DEL 25 % DEL CEMENTO	210	14	4	34080	176.72	192.8	91.8	86

#### OBS:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) debe ser de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.

#### NOTA:

LOS TESTIGOS FUERON ELABORADOS POR PERSONAL TECNICO DE LABORATORIO.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
  
ING WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 1953/3  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



**GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

OFICINA: MZ. C LOTE 6. PP.JJ. 3 DE OCTUBRE - NUEVO CHIMBOTE - RUC:20604190640  
 CELULAR: 974877150 - 945417124 e-mail: wilze822@hotmail.com

**ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO**

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-99, AASHTO T 22

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

**TESIS** : RESISTENCIA DEL CONCRETO  $F_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO EL 15% Y 25% DEL CEMENTO POR CASCARA DE HUEVO Y CAL,  
 : NUEVO CHIMBOTE, ANCASH - 2020\*

**UBICACION** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

**TESTISTAS** : BALDEON RODRIGUEZ ALEXANDER DAVID  
 : QUIISPE FAJARDO ANGIE NICOLE ALESSANDRA

**FECHA** : 14 DE AGOSTO DEL 2020

**Pc:** : 210. CON SUSTITUCION DEL 25 % DEL CEMENTO CON CASCARA DE HUEVO Y CAL

<b>ESTRUCTURAS</b>											
Serie	Fecha		ELEMENTO	Tipo de Concreto	Edad (días)	Slump (Pulg.)	Lectura Dial (Kg.)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resisten. Kg./cm <sup>2</sup>	Promedio en %	
	Moldeo	Rotura								Resisten. Obtenida	Resis. Requerida %
01	14-Ago-20	11-Set-20	DOSIFICACION CON SUSTITUCION DEL 25 % DEL CEMENTO	210	28	4	38960	176.72	220.5	105.0	100
02	14-Ago-20	11-Set-20	DOSIFICACION CON SUSTITUCION DEL 25 % DEL CEMENTO	210	28	4	38780	176.72	219.4	104.5	100
03	14-Ago-20	11-Set-20	DOSIFICACION CON SUSTITUCION DEL 25 % DEL CEMENTO	210	28	4	37740	176.72	213.6	101.7	100
04	14-Ago-20	11-Set-20	DOSIFICACION CON SUSTITUCION DEL 25 % DEL CEMENTO	210	28	4	38310	176.72	216.8	103.2	100

OBS:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) debe ser de la siguiente manera:

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	1 año	2 año	5 años
$f_{c(t)} / f_{c(28)}$	0.67	0.86	1.00	1.17	1.23	1.27	1.31

Fuente: A.C.I. Capítulo Peruano, "Tecnología del Concreto", Pág. 22.

NOTA:

LOS TESTIGOS FUERON ELABORADOS POR PERSONAL TECNICO DE LABORATORIO.

  
**ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS**  
 CIP N° 195373  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

## ANEXO Nº 9: Matriz de Consistencia

**TITULO: “Resistencia del concreto F`c 210 kg/cm2, sustituyendo el 15% y 25% del cemento por cáscara de huevo y cal, Nuevo Chimbote, Ancash – 2020”**

**AUTORES: Baldeon Rodriguez, Alexander David y Quispe Fajardo, Angie Nicole Alessandra**

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
¿Cómo influye la sustitución del cemento por el 15% y 25% de cáscara de huevo y cal en la resistencia del concreto F`c 210 kg/cm2?	<b>Objetivo General</b>	La sustitución del cemento por el 15% y 25% de cáscaras de huevo y cal influyó significativamente la resistencia del concreto F`c 210 kg/cm2.	<b><u>Variable Dependiente</u></b>	Resistencia a los 7 días
	Determinar la resistencia del concreto F`c 210 kg/cm2, sustituyendo el 15% y 25% del cemento por cáscaras de huevo y cal, Nuevo Chimbote, Ancash – 2020		Resistencia a la compresión del concreto f`c 210 kg/cm2	Resistencia a los 14 días
	<b>Objetivos Específicos</b>		<b><u>Variable Independiente</u></b>	
	– Determinar la resistencia de compresión f`c 210 kg/cm2 en concreto patrón y concreto experimentales a los 7, 14 y 28 días.		Sustitución por la combinación de cáscaras de huevo y cal	15% (10% cáscaras de huevo + 5% cal)
– Determinar el porcentaje óptimo de la cáscara de huevo y cal para obtener la máxima resistencia del concreto		25% (15% cáscaras de huevo + 10% cal)		
– Determinar los componentes químicos del polvo de la cáscara de huevo y cal.				

Fuente: Elaboración propia, 2020.



**ANEXO N° 10: Constancia de la SUNAT sobre el laboratorio GEOLAB**

10/10/2020

Consulta RUC: versión imprimible

<b>CONSULTA RUC: 20604190640 - GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b>			
<b>Número de RUC:</b>	20604190640 - GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		
<b>Tipo Contribuyente:</b>	EMPRESA INDIVIDUAL DE RESP. LTDA		
<b>Nombre Comercial:</b>	-		
<b>Fecha de Inscripción:</b>	09/02/2019	<b>Fecha Inicio de Actividades:</b>	09/02/2019
<b>Estado del Contribuyente:</b>	ACTIVO		
<b>Condición del Contribuyente:</b>	HABIDO		
<b>Dirección del Domicilio Fiscal:</b>	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE		
<b>Sistema de Emisión de Comprobante:</b>	MANUAL	<b>Actividad de Comercio Exterior:</b>	SIN ACTIVIDAD
<b>Sistema de Contabilidad:</b>	MANUAL		
<b>Actividad(es) Económica(s):</b>	Principal - 7110 - ACTIVIDADES DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA Y ACTIVIDADES CONEXAS DE CONSULTORÍA TÉCNICA		
<b>Comprobantes de Pago c/aut. de Impresión (F. 806 u 816):</b>	NINGUNO		
<b>Sistema de Emisión Electrónica:</b>	FACTURA PORTAL DESDE 21/08/2019		
<b>Afiliado al PLE desde:</b>	-		
<b>Padrones :</b>	NINGUNO		

# ANEXO N° 11: Constancia del COVID – 19 sobre el laboratorio GEOLAB

Página 1 de 2



## CONSTANCIA DE REGISTRO N° 065535-2020

EL MINISTERIO DE SALUD, A TRAVÉS DEL INSTITUTO NACIONAL DE SALUD-INS, HACE CONSTAR MEDIANTE LA PRESENTE QUE:

EMPRESA	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
RUC	20604190640
SECTOR	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

HA REGISTRADO CON FECHA 18/06/2020 SU PLAN PARA LA VIGILANCIA, PREVENCIÓN Y CONTROL DEL COVID-19 EN EL TRABAJO, CONFORME A LO ESTABLECIDO EN LA R.M. 239-2020-MINSA Y SUS NORMAS MODIFICATORIAS.



7069b663


Jesús María, 18 de Junio del 2020

MINISTERIO DE SALUD  
**¡La Salud Nos Une!**

La información consignada en el SICOVID, tiene carácter de declaración jurada y ha sido remitida a las instancias de fiscalización correspondiente.

# ANEXO Nº 12: Calibración de la Prensa Hidráulica para concreto del laboratorio

## GEOLAB



**PUNTO DE PRECISION SAC**  
Av. Los Ángeles 653 Lima 42  
Telf. 292-5106 Telefax: 292-2095

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**  
LFP 240 - 2020

EXPEDIENTE : 416 - 2020  
FECHA DE EMISION : 25-02-2020  
PÁGINA : 1 DE 2

**1. SOLICITANTE** : GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

**DIRECCIÓN** : MZ. B LOTE 07, P.J. TRES DE OCTUBRE - SANTA - NUEVO CHIMBOTE - ANCASH

**2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO** : PRENSA PARA ROTURA DE BRIQUETAS DE CONCRETO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad del Laboratorio de Estructuras antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

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

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

MARCA DE PRENSA : NO INDICA

CAPACIDAD PRENSA : 100 t

MARCA DE INDICADOR : WEIGHT INDICATOR

MODELO DE INDICADOR : 315-X8

SERIE DE INDICADOR : 0781723

MARCA DE TRANSDUCTOR : ZEMIC

MODELO DE TRANSDUCTOR : YB15

SERIE DE TRANSDUCTOR : 3451

BOMBA HIDRAULICA : ELECTRICA

**3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACION**  
LABORATORIO  
24 DE FEBRERO DEL 2020

**4. METODO DE CALIBRACIÓN**  
La Calibracion se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4 .  
Se realizo una prueba inicial a la prensa para ver el estado de esta encontrándolo en perfectas condiciones. Posteriormente se realizaron dos series de cargas en cada serie se anotaron las lecturas de la carga patrón y la indicación del indicador de la prensa.

**5. TRAZABILIDAD**

**EQUIPO EMPLEADO**


INSTRUMENTO	MARCA	IDENTIFICACIÓN	CERTIFICADO Y/O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	402416	INF-LE 057-12	UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS	6271 2009-11		

**6. CONDICIONES AMBIENTALES**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,5	20,4
Humedad %	65	65

**7. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN**  
Los errores de la prensa se encuentran en la pagina siguiente.

**8. OBSERVACIONES**  
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el numero de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISION S.A.C.



**PUNTO DE PRECISION S.A.C.**

-----  
Raquel Y. Vloayza Capcha  
GERENTE

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.



TABLA Nº 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACION (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	9930	9949	0,70	0,51	9939,5	0,61	-0,19
20000	19963	19906	0,19	0,47	19934,5	0,33	0,29
30000	29942	29959	0,19	0,14	29950,5	0,17	-0,06
40000	39951	39906	0,12	0,24	39928,5	0,18	0,11
50000	49920	49915	0,16	0,17	49917,5	0,17	0,01
60000	59922	59910	0,13	0,15	59916,0	0,14	0,02
70000	69926	69908	0,11	0,13	69917,0	0,12	0,03

NOTAS SOBRE LA CALIBRACION

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1.0 %

3.- Coeficiente Correlación:  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 1,000x + 51,31$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kgf)

GRAFICO Nº 1

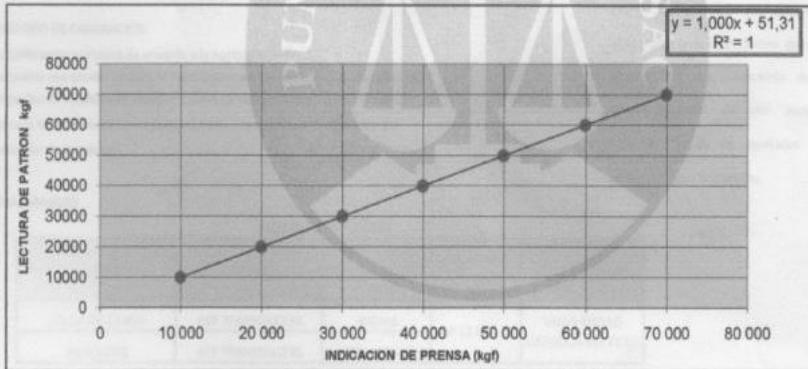
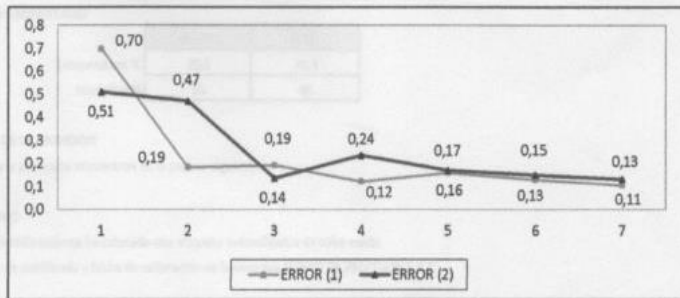


GRAFICO DE ERRORES



PUNTO DE PRECISION S.A.C.

Raquel Y. Loayza Capcha  
GERENTE

# El Concreto en la Práctica

¿Qué, Por qué y cómo?




## CIP 35 - Prueba de Resistencia a la Compresión del Concreto

### ¿QUÉ es la Resistencia a la Compresión del Concreto?

Las mezclas de concreto (Hormigón) se pueden diseñar de tal manera que tengan una amplia variedad de propiedades mecánicas y de durabilidad que cumplan con los requerimientos de diseño de la estructura. La resistencia a la compresión del concreto es la medida más común de desempeño que emplean los ingenieros para diseñar edificios y otras estructuras. La resistencia a la compresión se mide fracturando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión. La resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida por el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en unidades de libra-fuerza por pulgada cuadrada (psi) en unidades corrientes utilizadas en EEUU o en megapascales (MPa) en unidades SI. Los requerimientos para la resistencia a la compresión pueden variar desde 2.500 psi (17 MPa) para concreto residencial hasta 4.000 psi (28 MPa) y más para estructuras comerciales. Para determinadas aplicaciones se especifican resistencias superiores hasta de 10.000 psi (70 MPa) y más.

### ¿POR QUÉ se determina la Resistencia a la Compresión?

- Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se emplean fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada,  $f'_c$ , en la especificación del trabajo.
- Los resultados de las pruebas de resistencia a partir de cilindros fundidos se pueden utilizar para fines de control de calidad, aceptación del concreto o para estimar la resistencia del concreto en estructuras para programar las operaciones de construcción, tales como remoción de formaletas (cimbras) o para evaluar la conveniencia de curado y protección suministrada a la estructura. Los cilindros sometidos a ensayo de aceptación y control de calidad se elaboran y curan siguiendo los procedimientos descritos en probetas curadas de manera estándar según la norma ASTM C31 Práctica Estándar para Elaborar y Curar Probetas de Ensayo de Concreto en Campo. Para estimar la resistencia del concreto in situ, la norma ASTM C31 formula procedimientos para las pruebas de curado en campo. Las probetas cilíndricas se someten a ensayo de acuerdo a ASTM C39, Método Estándar de Prueba de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto.
- Un resultado de prueba es el promedio de por lo menos 2 pruebas de resistencia curadas de manera estándar o convencional elaboradas con la misma muestra de concreto y sometidas a ensayo a la misma edad. En la mayoría de los casos, los requerimientos de resistencia para el concreto se realizan a la edad de 28 días.
- Al diseñar una estructura, los ingenieros se valen de la resistencia especificada,  $f'_c$ , y especifican el concreto que cumpla con el



requerimiento de resistencia estipulado en los documentos del contrato del trabajo. La mezcla de concreto se diseña para producir una resistencia promedio superior a la resistencia especificada de manera tal que se pueda minimizar el riesgo de no cumplir la especificación de resistencia. Para cumplir con los requerimientos de resistencia de una especificación de trabajo, se aplican los siguientes 2 criterios de aceptación:

1. El promedio de 3 ensayos consecutivos es igual o supera a la resistencia especificada,  $f'_c$
2. Ninguno de los ensayos de resistencia deberá arrojar un resultado inferior a  $f'_c$  en más de 500 psi (3.45 MPa); ni ser superior en más de  $0.10 f'_c$  cuando  $f'_c$  sea mayor de 5.000 psi (35 MPa).
  - Resulta importante comprender que una prueba individual que caiga por debajo de  $f'_c$  no necesariamente constituye un fracaso en el cumplimiento de los requerimientos del trabajo. Cuando el promedio de las pruebas de resistencia de un trabajo caiga dentro de la resistencia promedio exigida,  $f'_{cr}$ , la probabilidad de que las pruebas de resistencia individual sean inferiores a la resistencia especificada es de aprox. 10% y ello se tiene en cuenta en los criterios de aceptación.
  - Cuando los resultados de las pruebas de resistencia indican que el concreto suministrado no cumple con los requerimientos de la especificación, es importante reconocer que la falla puede radicar en las pruebas, y no en el concreto. Ello es particularmente cierto si la fabricación, manejo, curado y pruebas de los cilindros no se realizan en conformidad con los procedimientos estándar. Véase CIP 9, Baja Resistencia de Cilindros de Concreto.
  - Los registros históricos de las pruebas de resistencia se utilizan para establecer la resistencia promedio deseada de mezcla de concretos para obras futuras.

## ¿CÓMO Realizar la Prueba de Resistencia del Concreto?

- Las probetas cilíndricas para pruebas de aceptación deben tener un tamaño de 6 x 12 pulgadas (150 x 300 mm) ó 4 x 8 pulgadas 100 x 200 mm), cuando así se especifique. Las probetas más pequeñas tienden a ser más fáciles de elaborar y manipular en campo y en laboratorio. El diámetro del cilindro utilizado debe ser como mínimo 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso que se emplee en el concreto.
- El registro de la masa de la probeta antes de colocarles tapa constituye una valiosa información en caso de desacuerdos.
- Con el fin de conseguir una distribución uniforme de la carga, generalmente los cilindros se tapan (refrentan) con mortero de azufre (ASTM C 617) o con tapas de almohadillas de neopreno (ASTM C 1231). Las cubiertas de azufre se deben aplicar como mínimo 2 horas antes y preferiblemente 1 día antes de la prueba. Las cubiertas de almohadilla de neopreno se pueden utilizar para medir las resistencias del concreto entre 1.500 y 7.000 psi (10 a 50 MPa). Para resistencias mayores de hasta 12.000 psi, se permite el uso de las tapas de almohadillas de neopreno siempre y cuando hayan sido calificadas por pruebas con cilindros compañeros con tapas de azufre. Los requerimientos de dureza en durómetro para las almohadillas de neopreno varían desde 50 a 70 dependiendo del nivel de resistencia sometido a ensayo. Las almohadillas se deben sustituir si presentan desgaste excesivo.
- No se debe permitir que los cilindros se sequen antes de la prueba.
- El diámetro del cilindro se debe medir en dos sitios en ángulos rectos entre sí a media altura de la probeta y deben promediarse para calcular el área de la sección. Si los dos diámetros medidos difieren en más del 2%, no se debe someter a prueba el cilindro.
- Los extremos de las probetas no deben presentar desviación con respecto a la perpendicularidad del eje del cilindro en más 0.5% y los extremos deben hallarse planos dentro de un margen de 0.002 pulgadas (0.05 mm).
- Los cilindros se deben centrar en la máquina de ensayo de compresión y cargados hasta completar la ruptura. El régimen de carga con máquina hidráulica se debe mantener en un rango de 20 a 50 psi/s (0.15 a 0.35 MPa/s) durante la última mitad de la fase de carga. Se debe anotar el tipo de ruptura. La fractura cónica es un patrón común de ruptura.
- La resistencia del concreto se calcula dividiendo la máxima carga soportada por la probeta para producir la fractura por ( $\pm$ ) el área promedio de la sección. C 39 presenta los factores de corrección en caso de que la razón longitud-diámetro del cilindro se halle entre 1.75 y 1.00, lo cual es poco común. Se someten a prueba por lo menos 2 cilindros de la misma edad y se reporta la resistencia promedio como el resultado de la prueba, al intervalo más próximo de 10 psi (0.1 MPa).
- El técnico que efectúe la prueba debe anotar la fecha en que se recibieron las probetas en el laboratorio, la fecha de la prueba, la identificación de la probeta, el diámetro del cilindro, la edad de los cilindros de prueba, la máxima carga aplicada, el tipo de fractura, y todo defecto que presenten los cilindros o sus tapas. Si se miden, la masa de los cilindros también deberá quedar registrada.
- La mayoría de las desviaciones con respecto a los procedimientos estándar para elaborar, curar y realizar el ensayo de las probetas de concreto resultan en una menor resistencia medida.
- El rango entre los cilindros compañeros del mismo conjunto y probados a la misma edad deberá ser en promedio de aprox. 2 a 3% de la resistencia promedio. Si la diferencia entre los dos cilindros compañeros sobrepasa con demasiada frecuencia el 8%, o el 9.5% para 3 cilindros compañeros, se deberán evaluar y rectificar los procedimientos de ensayo en el laboratorio.

- Los resultados de las pruebas realizadas en diferentes laboratorios para la misma muestra de concreto no deberán diferir en más de 13% aproximadamente del promedio de los 2 resultados de las pruebas.
- Si 1 ó 2 de los conjuntos de cilindros se fracturan a una resistencia menor a  $f'c$ , evalúe si los cilindros presentan problemas obvios y retenga los cilindros sometidos a ensayo para examinarlos posteriormente. A menudo, la causa de una prueba malograda puede verse fácilmente en el cilindro, bien inmediatamente o mediante examen petrográfico. Si se desechan o botan estos cilindros, se puede perder una oportunidad fácil de corregir el problema. En algunos casos, se elaboran cilindros adicionales de reserva y se pueden probar si un cilindro de un conjunto se fractura a una resistencia menor.
- Una prueba a los 3 ó 7 días puede ayudar a detectar problemas potenciales relacionados con la calidad del concreto o con los procedimientos de las pruebas en el laboratorio pero no constituye el criterio para rechazar el concreto.
- La norma ASTM C 1077 exige que los técnicos del laboratorio que participan en el ensayo del concreto deben ser certificados.
- Los informes o reportes sobre las pruebas de resistencia a la compresión son una fuente valiosa de información para el equipo del proyecto para el proyecto actual o para proyectos futuros. Los reportes se deben remitir lo más prontamente posible al productor del concreto, al contratista y al representante del propietario.

### Referencias

1. ASTM C 31, C 39, C 617, C 1077, C 1231, Annual Book of ASTM Standards [Libro Anual de Normas ASTM], Vol 04.02, ASTM, West Conshohocken, PA, [www.astm.org](http://www.astm.org)
2. Concrete in Practice Series [Serie Concreto en la Práctica], NRMCA, Silver Spring, Maryland [www.nrmca.org](http://www.nrmca.org)
3. In-Place Strength Evaluation – A Recommended Practice [Evaluación de la Resistencia in situ – Práctica Recomendada], NRMCA Publication 133, NRMCA RES Committee, NRMCA, Silver Spring, MD
4. How producers can correct improper test-cylinder curing [Cómo pueden corregir los productores el mal curado de cilindros de prueba], Ward R. Malisch, Concrete Producer Magazine, November 1997, [www.worldofconcrete.com](http://www.worldofconcrete.com)
5. NRMCA/ASCC Checklist for Concrete Pre-Construction Conference [Lista de Control para la Conferencia de Pre-Construcción de Concreto], NRMCA, Silver Spring, Maryland.
6. Review of Variables That Influence Measured Concrete Compressive Strength [Revisión de Variables que Influyen en la Resistencia Medida del Concreto a la Compresión], David N. Richardson, NRMCA Publication 179, NRMCA, Silver Spring, MD.
7. Tips on Control Tests for Quality Concrete [Consejos sobre Pruebas de Control para el Concreto de Calidad], PA015, Portland Cement Association, Skokie, IL, [www.cement.org](http://www.cement.org)
8. ACI 214, Recommended Practice for Evaluation of Strength Tests Results of Concrete [Práctica Recomendada para la Evaluación de los Resultados de las Pruebas de Resistencia], American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan, [www.concrete.org](http://www.concrete.org).





PERÚ

Ministerio  
de Vivienda, Construcción  
y Saneamiento

## NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN

### E.060 CONCRETO ARMADO



Difundido por: ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia  
[www.construccion.org](http://www.construccion.org) / [icg@icgmail.org](mailto:icg@icgmail.org) / Teléfono: 421 - 7898

## CAPÍTULO 2 NOTACIÓN Y DEFINICIONES

### 2.1 NOTACIÓN

Los términos en esta lista se utilizan en esta Norma.

- $a$  = profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos, mm, Capítulo 10.
- $av$  = luz de cortante, igual a la distancia del centro de una carga concentrada a la cara del apoyo para elementos continuos o en voladizo, o al centro del apoyo para elementos simplemente apoyados, mm, Capítulo 11.
- $Ab$  = área de una barra o alambre individual,  $\text{mm}^2$ , Capítulos 10, 12.
- $Ac$  = área de la sección de concreto que resiste la transferencia de cortante,  $\text{mm}^2$ , Capítulo 11.
- $Ach$  = área de la sección transversal de un elemento estructural, medida entre los bordes exteriores del refuerzo transversal,  $\text{mm}^2$ , Capítulos 10, 21.
- $Acp$  = área encerrada por el perímetro exterior de la sección transversal de concreto,  $\text{mm}^2$ , Capítulo 11.
- $Act$  = área de aquella parte de la sección transversal comprendida entre la cara en tracción por flexión y el centro de gravedad de la sección bruta,  $\text{mm}^2$ , Capítulo 18.
- $Acv$  = área bruta de la sección de concreto limitada por el espesor del alma y la longitud de la sección en la dirección de la fuerza de cortante considerada,  $\text{mm}^2$ , Capítulo 21.
- $Acw$  = área de la sección de concreto de un segmento vertical individual de un muro, segmento horizontal de un muro o viga de acople, que resiste cortante,  $\text{mm}^2$ , Capítulo 21.
- $Af$  = área del acero de refuerzo en una ménsula o cartela que resiste el momento amplificado,  $\text{mm}^2$ , Capítulo 11.
- $Ag$  = área bruta de la sección,  $\text{mm}^2$ . Para una sección con vacíos, es el área del concreto solo y no incluye el área de los vacíos, Capítulos 9-11, 14-16, 21, 22.
- $Ah$  = área total de refuerzo para cortante paralelo al refuerzo principal de tracción en una ménsula o cartela,  $\text{mm}^2$ , Capítulo 11.
- $Aj$  = área efectiva de la sección transversal dentro de un nudo medida en un plano paralelo al plano del refuerzo que genera cortante en el nudo,  $\text{mm}^2$ , Capítulo 21.
- $A\ell$  = área total del refuerzo longitudinal para resistir torsión,  $\text{mm}^2$ , Capítulo 11.
- $A\ell, \text{min}$  = área mínima de refuerzo longitudinal para resistir torsión,  $\text{mm}^2$ , Capítulo 11.
- $An$  = área de refuerzo en una ménsula o cartela que resiste la fuerza de tracción  $N_{uc}$ ,  $\text{mm}^2$ , Capítulo 11.
- $Ao$  = área bruta encerrada por la trayectoria del flujo de cortante,  $\text{mm}^2$ , Capítulo 11.
- $Aoh$  = área encerrada por el eje del refuerzo transversal cerrado más externo dispuesto para resistir la torsión,  $\text{mm}^2$ , Capítulo 11.
- $Aps$  = área de acero preesforzado en la zona de tracción por flexión,  $\text{mm}^2$ , Capítulo 18.
- $As$  = área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción,  $\text{mm}^2$ , Capítulos 10-12, 14, 15, 18.
- $A's$  = área del refuerzo longitudinal a compresión,  $\text{mm}^2$ .
- $Asc$  = área de refuerzo principal a tracción en una ménsula o cartela,  $\text{mm}^2$ , Capítulo 11.
- $Ash$  = área total de refuerzo transversal (incluyendo ganchos suplementarios) colocado dentro del espaciamiento  $s$  y perpendicular a la dimensión  $b_c$ ,  $\text{mm}^2$ , Capítulo 21.



- $\rho_r$  = cuantía del área de refuerzo transversal distribuido al área bruta de concreto de una sección perpendicular a este refuerzo, Capítulos 11, 14, 21.
- $\rho_v$  = relación entre el área de estribos y el área de la superficie de contacto, Capítulo 17.
- $\rho_w$  = cuantía del área de refuerzo  $A_s$  evaluada sobre el área  $b_w d$ , Capítulo 11.
- $\phi$  = factor de reducción de resistencia, véase 9.3, Capítulos 8, 11, 13, 14, 17, 22.
- $\Psi_e$  = factor de modificación para la longitud de desarrollo con base en el tratamiento superficial del refuerzo, Capítulo 12.
- $\Psi_s$  = factor de modificación para la longitud de desarrollo con base en el tamaño del refuerzo, Capítulo 12.
- $\Psi_l$  = factor de modificación para la longitud de desarrollo con base en la localización del refuerzo, Capítulo 12.
- $\omega$  = índice del refuerzo a tracción, Capítulo 18.
- $\omega'$  = índice del refuerzo a compresión, Capítulo 18.

## 2.2 DEFINICIONES

A continuación se definen los términos de uso general en esta Norma.

**Ábaco** — Engrosamiento de la losa en su apoyo sobre la columna. La proyección del ábaco por debajo de la losa debe ser de por lo menos una cuarta parte del espesor de la losa fuera del ábaco.

**Acero de preesforzado** — Elemento de acero de alta resistencia como alambre, barra, torón, o un paquete (tendón) de estos elementos, utilizado para aplicar fuerzas de preesforzado al concreto.

**Acero extremo en tracción** — Refuerzo (preesforzado o no preesforzado) más alejado de la fibra extrema en compresión.

**Aditivo** — Material distinto del agua, de los agregados o del cemento hidráulico, utilizado como componente del concreto, y que se añade a éste antes o durante su mezclado a fin de modificar sus propiedades.

**Aditivo acelerante** — Sustancia que al ser añadida el concreto, mortero o lechada, acorta el tiempo de fraguado, incrementando la velocidad de desarrollo inicial de resistencia.

**Aditivo incorporador de aire** — Es el aditivo cuyo propósito es incorporar aire en forma de burbujas esferoidales uniformemente distribuidas en la mezcla, con la finalidad principal de hacerlo resistente a las heladas.

**Aditivo retardador** — Aditivo que prolonga el tiempo de fraguado.

**Agregado** — Material granular, de origen natural o artificial, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico.

**Agregado denominado Hormigón** — Material compuesto de grava y arena empleado en su forma natural de extracción.

**Agregado Fino** — Agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 9,5 mm (3/8").

**Agregado Grueso** — Agregado retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas.

**Agregado liviano** — Agregado con una densidad cuando está seco y suelto de  $1100 \text{ kg/m}^3$  o menos.

**Arena** — Agregado fino, proveniente de la desintegración natural de las rocas.

**Capitel** — Ensanche de la parte superior de la columna.

**Carga de servicio** — La carga (sin amplificar) especificada en la Norma NTE. E.020 Cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones del cual esta Norma forma parte.

**Carga amplificada o factorizada** — La carga, multiplicada por los factores de carga apropiados, que se utiliza para diseñar los elementos utilizando el método de diseño por resistencia de esta Norma.

**Cemento** — Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos.

**Cemento Portland** — Producto obtenido por la pulverización del clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el clinker.

**Cemento Portland Puzolánico** — Es el cemento Portland que presenta un porcentaje adicionado de puzolana.

**Columna** — Elemento con una relación entre altura y menor dimensión lateral mayor que tres, usado principalmente para resistir carga axial de compresión.

**Concreto** — Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.

**Concreto estructural** — Todo concreto utilizado con propósitos estructurales incluyendo al concreto simple y al concreto reforzado.

**Concreto armado o reforzado** — Concreto estructural reforzado con no menos de la cantidad mínima de acero, preesforzado o no, especificada en los Capítulos 1 al 21.

**Concreto simple** — Concreto estructural sin armadura de refuerzo o con menos refuerzo que el mínimo especificado para concreto reforzado.

**Concreto estructural liviano** — Concreto con agregado liviano que cumple con lo especificado en 3.3, y tiene una densidad de equilibrio, determinada por "Test Method for Determining Density of Structural Lightweight Concrete" (ASTM C 567), que no excede  $1850 \text{ kg/m}^3$ . En esta Norma, un concreto liviano sin arena natural se llama "concreto liviano en todos sus componentes" y un concreto liviano en el que todo el agregado fino sea arena de peso normal se llama "concreto liviano con arena de peso normal".

**Concreto de Peso Normal** — Es un concreto que tiene un peso aproximado de  $2300 \text{ Kg/m}^3$ .

**Concreto Ciclópeo** — Es el concreto simple en cuya masa se incorporan piedras grandes.

**Concreto de Cascote** — Es el constituido por cemento, agregado fino, cascote de ladrillo y agua.

**Concreto Premezclado** — Es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra.

**Concreto Preesforzado** — Concreto estructural al que se le han introducido esfuerzos internos con el fin de reducir los esfuerzos potenciales de tracción en el concreto causados por las cargas.

**Dispositivo de Anclaje** — En postensado, el dispositivo usado para transferir la fuerza de postensado desde el acero de preesforzado al concreto.

**Ducto de Postensado** — Ducto (liso o corrugado) para colocar el acero de preesforzado que se requiere para aplicar el postensado.

**Elementos compuestos de concreto sometidos a flexión** — Elementos conformados por dos o más partes interconectadas de tal manera que responden a las cargas como una unidad. Estas partes pueden ser prefabricadas o construidas en obra, en etapas separadas.

**Envoltura para tendones de preesfuerzo no adheridos (Sheating)** — Material que encapsula el acero de preesforzado para impedir la adherencia del acero de preesforzado al concreto que lo rodea, para proporcionar protección contra la corrosión y para contener la envoltura inhibidora de la corrosión.

**Estribo** — Refuerzo colocado perpendicularmente o en ángulo con respecto al refuerzo longitudinal, empleado para resistir esfuerzos de cortante y de torsión en un elemento estructural. Los estribos también cumplen función de control del pandeo de las barras longitudinales y de confinamiento al concreto.

**Fricción por curvatura** — Fricción que resulta de los dobleces o la curvatura del trazado especificado de los tendones de preesforzado.

**Fricción por desviación involuntaria** — En concreto preesforzado, la fricción provocada por una desviación no intencional del ducto de preesforzado de su perfil especificado.

**Fuerza de tensado del gato** — En concreto preesforzado, la fuerza que temporalmente ejerce el dispositivo que se utiliza para tensar el acero de preesforzado.

**Grava** — Agregado grueso, proveniente de la desintegración natural de los materiales pétreos. Se encuentra comúnmente en canteras y lechos de ríos, depositado en forma natural.

**Junta de contracción** — Muesca moldeada, aserrada o labrada en una estructura de concreto para crear un plano de debilidad y regular la ubicación del agrietamiento resultante de las variaciones dimensionales de las diferentes partes de la estructura.

**Junta de expansión** — Separación entre partes adyacentes de una estructura de concreto, usualmente un plano vertical, en una ubicación definida en el diseño de tal modo que interfiera al mínimo con el comportamiento de la estructura, y al mismo tiempo permita movimientos relativos en tres direcciones y evite la formación de fisuras en otro lugar del concreto y a través de la cual se interrumpe parte o todo el refuerzo adherido.

**Longitud embebida** — Longitud del refuerzo embebido en el concreto que se extiende más allá de una sección crítica.

**Longitud de desarrollo** — Longitud embebida del refuerzo, incluyendo torones de preesforzado, en el concreto que se requiere para poder desarrollar la resistencia de diseño del refuerzo en una sección crítica.

**Longitud de transferencia** — Longitud embebida del torón de preesforzado en el concreto que se requiere para transferir el preesfuerzo efectivo al concreto.

**Losa** — Elemento estructural de espesor reducido respecto de sus otras dimensiones usado como techo o piso, generalmente horizontal y armado en una o dos direcciones según el tipo de apoyo existente en su contorno. Usado también como diafragma rígido para mantener la unidad de la estructura frente a cargas horizontales de sismo.

**Materiales Cementantes** — Materiales que se especifican en el Capítulo 3, que tienen propiedades cementantes por sí mismos al ser utilizados en el concreto, tales como el cemento Pórtland, los cementos hidráulicos adicionados y los cementos expansivos, o

dichos materiales combinados con cenizas volantes, otras puzolanas crudas o calcinadas, microsíllice, y escoria granulada de alto horno o ambos.

**Módulo de elasticidad** — Relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión menores que el límite de proporcionalidad del material.

**Muro estructural** — Elemento estructural, generalmente vertical empleado para encerrar o separar ambientes, resistir cargas axiales de gravedad y resistir cargas perpendiculares a su plano proveniente de empujes laterales de suelos o líquidos.

**Muro de corte o Placa** — Muro estructural diseñado para resistir combinaciones de fuerzas cortantes, momentos y fuerzas axiales inducidas por cargas laterales.

**Mortero de Cemento** — Es la mezcla constituida por cemento, agregados predominantemente finos y agua.

**Pasta de Cemento** — Es una mezcla de cemento y agua.

**Pedestal** — Elemento vertical en compresión que tiene una relación entre la altura sin apoyo y el promedio de la menor dimensión lateral no mayor a 3.

**Peralte efectivo o Altura útil de la sección ( $d$ )** — La distancia medida desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal sometido a tracción.

**Piedra Triturada o Chancada** — Agregado grueso, obtenido por trituración artificial de rocas o gravas.

**Pórtico resistente a momentos** — Pórtico en el cual los elementos y los nudos resisten las cargas a través de flexión, cortante y fuerza axial.

**Postensado** — Método de preesforzado en el cual el acero de preesforzado se tensa después que el concreto ha endurecido.

**Preesforzado efectivo** — Esfuerzo en el acero de preesforzado después que han ocurrido todas las pérdidas.

**Pretensado** — Método en el cual el acero de preesforzado se tensa antes de la colocación del concreto.

**Puntales** — Elementos de apoyo verticales o inclinados diseñados para soportar el peso del encofrado, del concreto y de las cargas de construcción sobre ellos.

**Puntales de reapuntamiento** — Puntales colocados ajustadamente bajo una losa de concreto u otro elemento estructural después que el encofrado y los puntales originales han sido retirados de un área significativa, permitiendo así que la nueva losa o elemento estructural se deforme y soporte su propio peso y las cargas de construcción existentes antes de la instalación de los puntales de reapuntamiento.

**Refuerzo** — Material que cumple con lo especificado en 3.5, excluyendo el acero de preesforzado, a menos que se incluya en forma explícita.

**Refuerzo corrugado** — Barras de refuerzo corrugado, mallas de barras, alambre corrugado o refuerzo electrosoldado de alambre, que cumplan con 3.5.3.

**Refuerzo electrosoldado de alambre** — Elementos de refuerzo compuestos por alambres lisos o corrugados, que cumplen con ASTM A 82 o A 496, respectivamente, fabricados en forma de mallas de acuerdo con ASTM A 185 o A 497M, respectivamente.

**Refuerzo en espiral** — Refuerzo continuo enrollado en forma de hélice cilíndrica.

**Refuerzo liso** — Refuerzo que no cumple con la definición de refuerzo corrugado. Véase 3.5.4.

**Resistencia a la fluencia** — Resistencia a la fluencia mínima especificada o punto de fluencia del refuerzo. La resistencia a la fluencia o el punto de fluencia deben determinarse en tracción, de acuerdo con las Normas Técnicas Peruanas (NTP) aplicables, con las modificaciones de 3.5 de esta Norma.

**Resistencia a la tracción por hendimiento o compresión diametral ( $f_{ct}$ ) (Splitting tensile strength)** — Resistencia a la tracción del concreto determinada de acuerdo con ASTM C 496M, tal como se describe en "Standard Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete" (ASTM C 330).

**Resistencia de diseño** — Resistencia nominal multiplicada por el factor de reducción de resistencia  $\phi$  que corresponda.

**Resistencia especificada a la compresión del concreto ( $f'_c$ )** — Resistencia a la compresión del concreto empleada en el diseño y evaluada de acuerdo con las consideraciones del Capítulo 5, expresada en MPa. Cuando dicha cantidad esté bajo un signo radical, se quiere indicar sólo la raíz cuadrada del valor numérico, por lo que el resultado está en MPa.

**Resistencia Nominal** — Resistencia de un elemento o una sección transversal calculada con las disposiciones e hipótesis del método de diseño por resistencia de esta Norma, antes de aplicar el factor de reducción de resistencia.

**Resistencia Requerida** — Resistencia que un elemento o una sección transversal debe tener para resistir las cargas amplificadas o los momentos y fuerzas internas correspondientes combinadas según lo estipulado en esta Norma.

**Tendón** — En aplicaciones de preesforzado, el tendón es el acero preesforzado. En las aplicaciones de postensado, el tendón es el conjunto completo consistente en anclajes, acero preesforzado y ductos para aplicaciones no adheridas o ductos inyectados con mortero para aplicaciones adheridas.

**Tendón de Preesfuerzo Adherido** — Tendón en el que el acero de preesforzado está adherido al concreto ya sea directamente o con mortero de inyección.

**Tendón de Preesfuerzo no Adherido** — Tendón en el que se impide que el acero de preesforzado se adhiera al concreto y queda libre para moverse con respecto al concreto. La fuerza de preesforzado se transmite en forma permanente al concreto solamente en los extremos del tendón a través de los anclajes.

**Transferencia** — Operación de transferir los esfuerzos del acero de preesforzado desde los gatos o del banco de tensado al elemento de concreto.

**Viga** — Elemento estructural que trabaja fundamentalmente a flexión y cortante.

**Zona de Anclaje** — En elementos postensados, la porción del elemento en la cual la distribución de esfuerzos normales se ve afectada por la concentración de esfuerzos producida por el anclaje. Su extensión es igual a la longitud de la mayor dimensión de la sección transversal del elemento. En anclajes localizados lejos del extremo de un elemento, la zona de anclaje incluye la zona perturbada delante y detrás del dispositivo de anclaje.

**Zona de Tracción Precomprimida** — Porción de un elemento preesforzado donde ocurriría tracción producida por flexión si la fuerza de preesfuerzo no estuviera presente, calculada usando las propiedades de la sección bruta, bajo carga muerta y viva no amplificadas.

## **CAPÍTULO 3 MATERIALES**

### **3.1 ENSAYOS DE MATERIALES**

**3.1.1** La Supervisión o la autoridad competente podrá ordenar, en cualquier etapa de ejecución del proyecto, el ensayo de cualquier material empleado en las obras de concreto, con el fin de determinar si corresponde a la calidad especificada.

**3.1.2** El muestreo y los ensayos de materiales y del concreto deben hacerse de acuerdo con las Normas Técnicas Peruanas - NTP correspondientes.

### **3.2 CEMENTOS**

**3.2.1** El cemento debe cumplir con los requisitos de las NTP correspondientes.

**3.2.2** El cemento empleado en la obra debe corresponder al que se ha tomado como base para la selección de la dosificación del concreto.

### **3.3 AGREGADOS**

**3.3.1** Los agregados para concreto deben cumplir con las NTP correspondientes.

Los agregados que no cumplan con los requisitos indicados en las NTP, podrán ser utilizados siempre que el Constructor demuestre, a través de ensayos y por experiencias de obra, que producen concretos con la resistencia y durabilidad requeridas.

**3.3.2** El tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a ninguna de:

- (a) 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado.
- (b) 1/3 de la altura de la losa, de ser el caso.
- (c) 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.

Estas limitaciones se pueden omitir si se demuestra que la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto se puede colocar sin la formación de vacíos o "cangrejeras".

**3.3.3** Los agregados que no cuenten con un registro o aquellos provenientes de canteras explotadas directamente por el Contratista, podrán ser aprobados por la Supervisión si cumplen con los ensayos normalizados que considere convenientes. Este procedimiento no invalida los ensayos de control de lotes de agregados en obra.

**3.3.4** Los agregados fino y grueso deberán ser manejados como materiales independientes. Cada una de ellos deberá ser procesado, transportado, manipulado, almacenado y pesado de manera tal que la pérdida de finos sea mínima, que mantengan su uniformidad, que no se produzca contaminación por sustancias extrañas y que no se presente rotura o segregación importante en ellos.

**3.3.5** Los agregados a ser empleados en concretos que vayan a estar sometidos a procesos de congelación y deshielo y no cumplan con el acápite 5.2.2 de la NTP 400.037 podrán ser utilizados si un concreto de propiedades comparables, preparado con agregado del mismo origen, ha demostrado un comportamiento satisfactorio cuando estuvo sometido a condiciones de intemperismo similares a las que se esperan.

**3.3.6** El agregado fino podrá consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfiles preferentemente angulares, duros, compactos y resistentes. Deberá estar libre de partículas escamosas, materia orgánica u otras sustancias dañinas.

**3.3.7** El agregado grueso podrá consistir de grava natural o triturada. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular o semi-angular, duros, compactas, resistentes y de textura preferentemente rugosa; deberá estar libre de partículas escamosas, materia orgánica u otras sustancias dañinas.

- 3.3.8** La granulometría seleccionada para el agregado deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto con una adecuada trabajabilidad en función de las condiciones de colocación de la mezcla.
- 3.3.9** El lavado de los agregados se deberá hacer con agua potable o agua libre de materia orgánica, sales y sólidos en suspensión.
- 3.3.10** El agregado denominado "hormigón" corresponde a una mezcla natural de grava y arena. El "hormigón" sólo podrá emplearse en la elaboración de concretos con resistencia en compresión no mayor de 10 MPa a los 28 días. El contenido mínimo de cemento será de 255 Kg/m<sup>3</sup>. El hormigón deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, sales, álcalis, materia orgánica y otras sustancias dañinas para el concreto. En lo que sea aplicable, se seguirán para el hormigón las recomendaciones indicadas para los agregados fino y grueso.
- 3.4 AGUA**
- 3.4.1** El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá ser, de preferencia, potable.
- 3.4.2** Se podrán utilizar aguas no potables sólo si:
- (a) Están limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica y otras sustancias que puedan ser dañinas al concreto, acero de refuerzo o elementos embebidos.
  - (b) La selección de las proporciones de la mezcla de concreto se basa en ensayos en los que se ha utilizado agua de la fuente elegida.
  - (c) Los cubos de mortero para ensayos, hechos con agua no potable, deben tener resistencias a los 7 y 28 días, de por lo menos 90% de la resistencia de muestras similares hechas con agua potable. La comparación de los ensayos de resistencia debe hacerse en morteros idénticos, excepto por el agua de mezclado, preparados y ensayados de acuerdo con la NTP 334.051.
- 3.4.3** Las sales u otras sustancias nocivas presentes en los agregados y/o aditivos deberán sumarse a las que pueda aportar el agua de mezclado para evaluar el contenido total de sustancias inconvenientes.
- 3.4.4** La suma de los contenidos de ión cloruro presentes en el agua y en los demás componentes de la mezcla (agregados y aditivos) no deberán exceder los valores indicados en la Tabla 4.5 del Capítulo 4.
- 3.4.5** El agua de mar sólo podrá emplearse en la preparación del concreto si se cuenta con la autorización del Ingeniero Proyectista y de la Supervisión. No se utilizará en los siguientes casos:
- Concreto armado y preesforzado.
  - Concretos con resistencias mayores de 17 MPa a los 28 días.
  - Concretos con elementos embebidos de fierro galvanizado o aluminio.
  - Concretos con un acabado superficial de importancia.
- 3.4.6** No se utilizará en el curado del concreto ni en el lavado del equipo, aquellas aguas que no cumplan con los requisitos anteriores.
- 3.4.7** El agua de mezclado para concreto preesforzado o para concreto que contenga elementos de aluminio embebidos, incluyendo la parte del agua de mezclado con la que contribuye la humedad libre de los agregados, no debe contener cantidades perjudiciales de iones de cloruros. Véase 4.4.1.
- 3.5 ACERO DE REFUERZO**
- 3.5.1** El refuerzo debe ser corrugado, excepto en los casos indicados en 3.5.4. Se puede utilizar refuerzo consistente en perfiles de acero estructural o en tubos y elementos tubulares de acero de acuerdo con las limitaciones de esta Norma.

## ANEXO Nº 14: Panel fotográfico



*Fotografía 1.* Visita a cantera para la extracción de materiales.



*Fotografía 2.* Lavado de cáscaras de huevo.

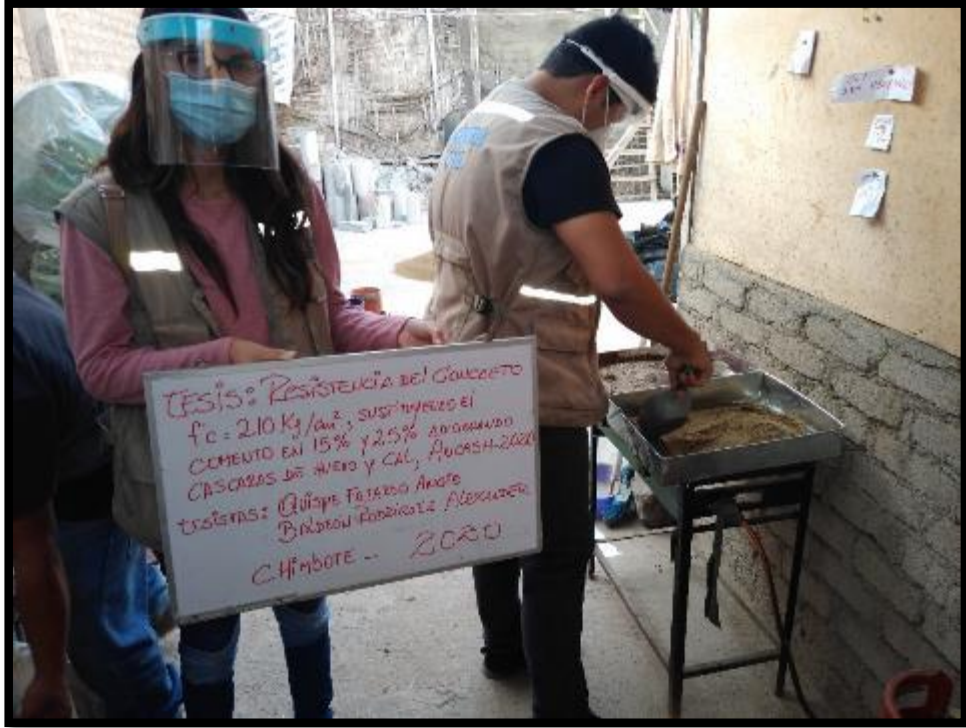




*Fotografía 3.* Secado de las cáscaras de huevo a temperatura ambiente.



*Fotografía 4.* Cáscaras de huevo en el laboratorio.



Fotografía 5. Realización del ensayo de contenido de humedad.



Fotografía 6. Realización del ensayo de granulometría.



*Fotografía 7.* Molienda manual para las cáscaras de huevo.



*Fotografía 8.* Tamizado por la malla N° 200.



Fotografía 9. Realizando el peso de la piedra chancada para la mezcla de concreto.



Fotografía 10. Realizando el peso de la arena para la mezcla de concreto.



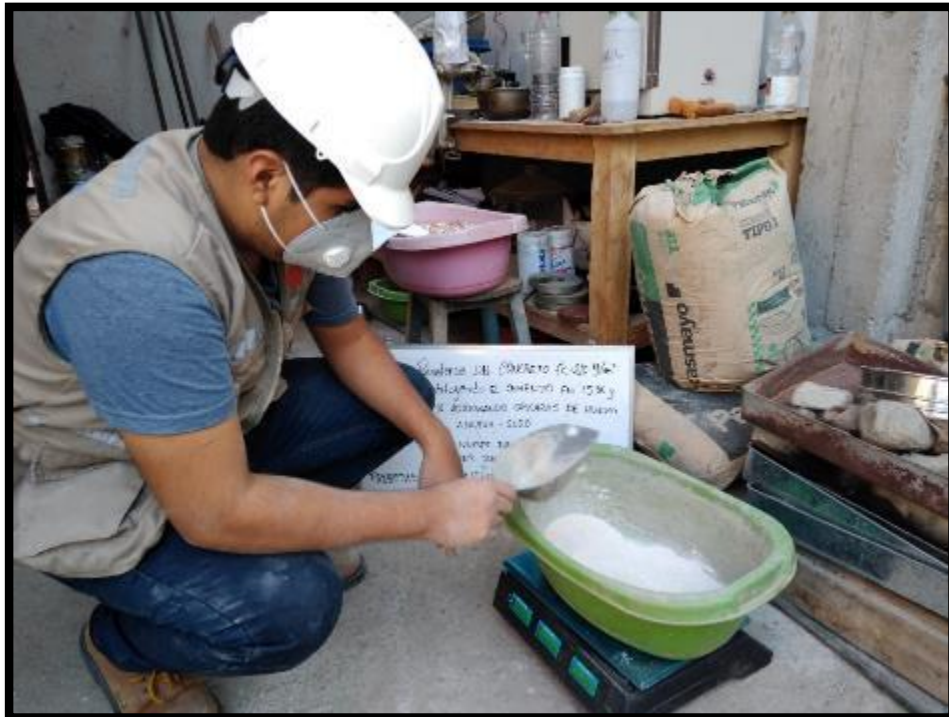
*Fotografía 11.* Realizando el peso del cemento para la mezcla de concreto.



*Fotografía 12.* Realizando el peso del agua para la mezcla de concreto.



*Fotografía 13.* Realizando el peso del polvo de cáscaras de huevo para la mezcla de concreto.



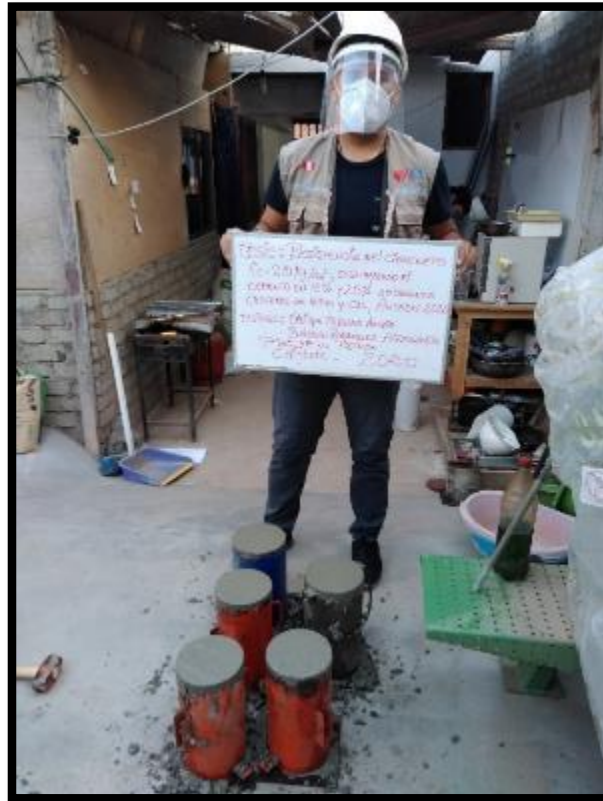
*Fotografía 14.* Realizando el peso de la cal para la mezcla de concreto.



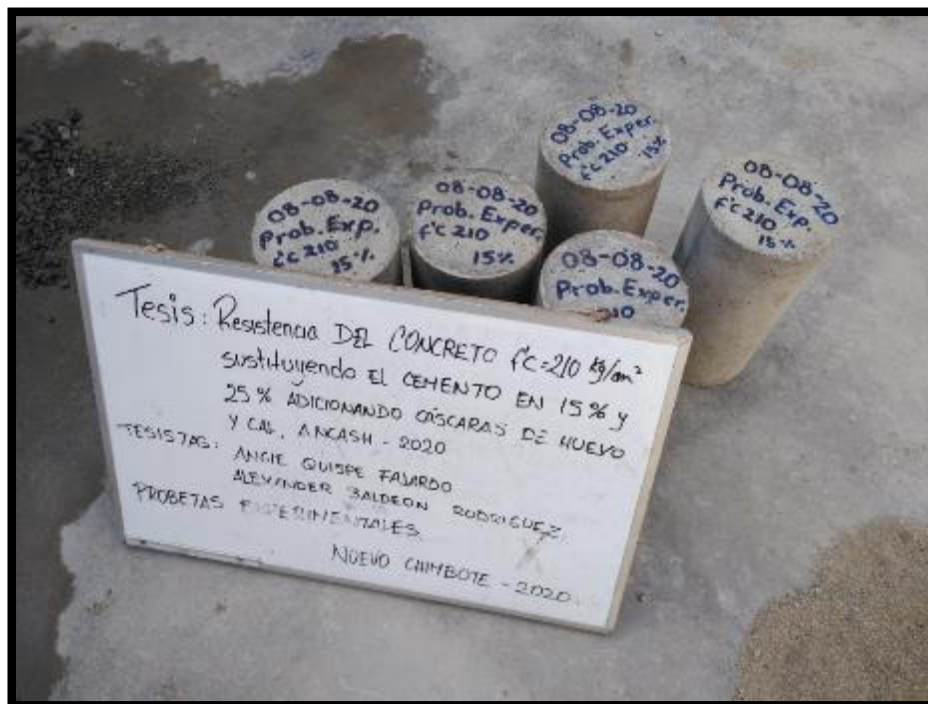
Fotografía 15. Echando petróleo a los moldes cilíndricos.



Fotografía 16. Realizando los 25 golpes en las tres capas del molde por cada probeta elaborada.



Fotografía 17. Probetas patrón.



Fotografía 18. Probetas experimentales 15%.





Fotografía 19. Probetas experimentales 25%.



Fotografía 20. Colocación de las probetas en la piscina para su curado.



Fotografía 21. Ensayo de consistencia del concreto.



Fotografía 22. Ensayo de peso unitario y varillado de los agregados.

## ANEXO N° 15: Análisis de Varianza

ANÁLISIS DE VARIANZA	
<b>Tesis</b>	"Resistencia del concreto F <sup>c</sup> 210 kg/cm <sup>2</sup> , sustituyendo el 15% y 25% del cemento por cáscara de huevo y cal, Nuevo Chimbote, Ancash – 2020"
<b>Ubicación</b>	Distrito de Nuevo Chimbote
<b>Tesistas</b>	Baldeon Rodriguez Alexander David Quispe Fajardo Angie Nicole Alessandra

### Datos obtenidos en la rotura de la probeta

#### Concreto Patrón

7 Días	14 Días	28 Días
146.60	193.50	218.10
150.90	194.70	220.90
150.20	193.30	226.10
144.70	195.60	222.60

#### Concreto Experimental 15%

7 Días	14 Días	28 Días
155.40	199.10	244.90
157.10	206.00	242.40
150.80	203.70	238.20
146.60	201.40	238.90

#### Concreto Experimental 25%

7 Días	14 Días	28 Días
142.90	187.30	220.50
144.50	188.50	219.40
145.30	186.00	213.60
146.80	192.80	216.80

### Promedio de datos

Días de Curado	Patrón	Experimental 15%	Experimental 25%
7 días	148.10	152.48	144.88
14 días	194.28	202.55	188.65
28 días	221.93	241.10	217.58

### Análisis de varianza de un factor

#### Resumen de resultados obtenidos

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Patrón	3	564.30	188.10	1391.13
Experimental 15%	3	596.13	198.71	1974.67
Experimental 25%	3	551.10	183.70	1339.70

#### Análisis de Varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	357.15	2	178.57	0.1138	0.894	5.143
Dentro de los grupos	9410.99	6	1568.50			
Total	9768.14	8				

# ANEXO N° 16: Tabla de distribución de FISHER

**Tabla 5. VALORES F DE LA DISTRIBUCIÓN F DE FISHER**

1 -  $\alpha = 0.95$

1 -  $\alpha = P ( F \leq f_{\alpha, D_1, D_2} )$

$D_1$  = grados de libertad del numerador

$D_2$  = grados de libertad del denominador

$D_1 \backslash D_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	161.446	199.499	215.707	224.583	230.160	233.988	236.767	238.884	240.543	241.882	242.981	243.905	244.690	245.363	245.949	246.466	246.917	247.324	247.688	248.016
2	18.513	19.000	19.164	19.247	19.296	19.329	19.353	19.371	19.385	19.396	19.405	19.412	19.419	19.424	19.429	19.433	19.437	19.440	19.443	19.446
3	10.128	9.552	9.277	9.117	9.013	8.941	8.887	8.845	8.812	8.785	8.763	8.745	8.729	8.715	8.703	8.692	8.683	8.675	8.667	8.660
4	7.709	6.944	6.591	6.388	6.256	6.163	6.094	6.041	5.999	5.964	5.936	5.912	5.891	5.873	5.858	5.844	5.832	5.821	5.811	5.803
5	6.608	5.786	5.409	5.192	5.050	4.950	4.876	4.818	4.772	4.735	4.704	4.678	4.655	4.636	4.619	4.604	4.590	4.579	4.568	4.558
6	5.987	5.143	4.757	4.534	4.387	4.284	4.207	4.147	4.099	4.060	4.027	4.000	3.976	3.956	3.938	3.922	3.908	3.896	3.884	3.874
7	5.591	4.737	4.347	4.120	3.972	3.866	3.787	3.726	3.677	3.637	3.603	3.575	3.550	3.529	3.511	3.494	3.480	3.467	3.455	3.445
8	5.318	4.459	4.066	3.838	3.688	3.581	3.500	3.438	3.388	3.347	3.313	3.284	3.259	3.237	3.218	3.202	3.187	3.173	3.161	3.150
9	5.117	4.256	3.863	3.633	3.482	3.374	3.293	3.230	3.179	3.137	3.102	3.073	3.048	3.025	3.006	2.989	2.974	2.960	2.948	2.936
10	4.965	4.103	3.708	3.478	3.326	3.217	3.135	3.072	3.020	2.978	2.943	2.913	2.887	2.865	2.845	2.828	2.812	2.798	2.785	2.774
11	4.844	3.982	3.587	3.357	3.204	3.095	3.012	2.948	2.896	2.854	2.818	2.788	2.761	2.739	2.719	2.701	2.685	2.671	2.658	2.646
12	4.747	3.885	3.490	3.259	3.106	2.996	2.913	2.849	2.796	2.753	2.717	2.687	2.660	2.637	2.617	2.599	2.583	2.568	2.555	2.544
13	4.667	3.806	3.411	3.179	3.025	2.915	2.832	2.767	2.714	2.671	2.635	2.604	2.577	2.554	2.533	2.515	2.499	2.484	2.471	2.459
14	4.600	3.739	3.344	3.112	2.958	2.848	2.764	2.699	2.646	2.602	2.565	2.534	2.507	2.484	2.463	2.445	2.428	2.413	2.400	2.388
15	4.543	3.682	3.287	3.056	2.901	2.790	2.707	2.641	2.588	2.544	2.507	2.475	2.448	2.424	2.403	2.385	2.368	2.353	2.340	2.328
16	4.494	3.634	3.239	3.007	2.852	2.741	2.657	2.591	2.538	2.494	2.456	2.425	2.397	2.373	2.352	2.333	2.317	2.302	2.288	2.276
17	4.451	3.592	3.197	2.965	2.810	2.699	2.614	2.548	2.494	2.450	2.413	2.381	2.353	2.329	2.308	2.289	2.272	2.257	2.243	2.230
18	4.414	3.555	3.160	2.928	2.773	2.661	2.577	2.510	2.456	2.412	2.374	2.342	2.314	2.290	2.269	2.250	2.233	2.217	2.203	2.191
19	4.381	3.522	3.127	2.895	2.740	2.628	2.544	2.477	2.423	2.378	2.340	2.308	2.280	2.256	2.234	2.215	2.198	2.182	2.168	2.155
20	4.351	3.493	3.098	2.866	2.711	2.599	2.514	2.447	2.393	2.348	2.310	2.278	2.250	2.225	2.203	2.184	2.167	2.151	2.137	2.124
21	4.325	3.467	3.072	2.840	2.685	2.573	2.488	2.420	2.366	2.321	2.283	2.250	2.222	2.197	2.176	2.156	2.139	2.123	2.109	2.096
22	4.301	3.443	3.049	2.817	2.661	2.549	2.464	2.397	2.342	2.297	2.259	2.226	2.198	2.173	2.151	2.131	2.114	2.098	2.084	2.071
23	4.279	3.422	3.028	2.796	2.640	2.528	2.442	2.375	2.320	2.275	2.236	2.204	2.175	2.150	2.128	2.109	2.091	2.075	2.061	2.048
24	4.260	3.403	3.009	2.776	2.621	2.508	2.423	2.355	2.300	2.255	2.216	2.183	2.155	2.130	2.108	2.088	2.070	2.054	2.040	2.027
25	4.242	3.385	2.991	2.759	2.603	2.490	2.405	2.337	2.282	2.236	2.198	2.165	2.136	2.111	2.089	2.069	2.051	2.035	2.021	2.007
26	4.225	3.369	2.975	2.743	2.587	2.474	2.388	2.321	2.265	2.220	2.181	2.148	2.119	2.094	2.072	2.052	2.034	2.018	2.003	1.990
27	4.210	3.354	2.960	2.728	2.572	2.459	2.373	2.305	2.250	2.204	2.166	2.132	2.103	2.078	2.056	2.036	2.018	2.002	1.987	1.974
28	4.196	3.340	2.947	2.714	2.558	2.445	2.359	2.291	2.236	2.190	2.151	2.118	2.089	2.064	2.041	2.021	2.003	1.987	1.972	1.959
29	4.183	3.328	2.934	2.701	2.545	2.432	2.346	2.278	2.223	2.177	2.138	2.104	2.075	2.050	2.027	2.007	1.989	1.973	1.958	1.945
30	4.171	3.316	2.922	2.690	2.534	2.421	2.334	2.266	2.211	2.165	2.126	2.092	2.063	2.037	2.015	1.995	1.976	1.960	1.945	1.932
40	4.085	3.232	2.839	2.606	2.449	2.336	2.249	2.180	2.124	2.077	2.038	2.003	1.974	1.948	1.924	1.904	1.885	1.868	1.853	1.839
50	4.034	3.183	2.790	2.557	2.400	2.286	2.199	2.130	2.073	2.026	1.986	1.952	1.921	1.895	1.871	1.850	1.831	1.814	1.798	1.784
60	4.001	3.150	2.758	2.525	2.368	2.254	2.167	2.097	2.040	1.993	1.952	1.917	1.887	1.860	1.836	1.815	1.796	1.778	1.763	1.748
70	3.978	3.128	2.736	2.503	2.346	2.231	2.143	2.074	2.017	1.969	1.928	1.893	1.863	1.836	1.812	1.790	1.771	1.753	1.737	1.722
80	3.960	3.111	2.719	2.486	2.329	2.214	2.126	2.056	1.999	1.951	1.910	1.875	1.845	1.817	1.793	1.772	1.752	1.734	1.718	1.703
90	3.947	3.098	2.706	2.473	2.316	2.201	2.113	2.043	1.986	1.938	1.897	1.861	1.830	1.803	1.779	1.757	1.737	1.720	1.703	1.688
100	3.936	3.087	2.696	2.463	2.305	2.191	2.103	2.032	1.975	1.927	1.886	1.850	1.819	1.792	1.768	1.746	1.726	1.708	1.691	1.676
200	3.888	3.041	2.650	2.417	2.259	2.144	2.056	1.985	1.927	1.878	1.837	1.801	1.769	1.742	1.717	1.694	1.674	1.656	1.639	1.623
500	3.860	3.014	2.623	2.390	2.232	2.117	2.028	1.957	1.899	1.850	1.808	1.772	1.740	1.712	1.686	1.664	1.643	1.625	1.607	1.592
1000	3.851	3.005	2.614	2.381	2.223	2.108	2.019	1.948	1.889	1.840	1.798	1.762	1.730	1.702	1.676	1.654	1.633	1.614	1.597	1.581

Elaborada por Irene Patricia Valdez y Alfaro.

# ANEXO N° 17: Resolución Ética de la Universidad César Vallejo



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## RESOLUCIÓN DE CONSEJO UNIVERSITARIO N° 0126-2017/UCV

Trujillo, 23 de mayo de 2017

**VISTA:** la comunicación electrónica que remite el Vicerrector de Investigación de la UCV, Dr. Santiago Benites Castillo, solicitando se emita la resolución que modifique el **CÓDIGO DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**; y

### CONSIDERANDO:

Que el artículo 22 de la Ley 30220 establece que la SUNEDU es la autoridad central de la supervisión de la calidad bajo el ámbito de su competencia, incluyendo el licenciamiento y supervisión de las condiciones del servicio educativo de nivel superior universitario, en razón de lo cual dicta normas y establece procedimientos para asegurar el cumplimiento de las políticas públicas del Sector Educación en materia de su competencia;

Que para prestar el servicio educativo, las universidades peruanas deberán obtener la licencia de funcionamiento institucional, la misma que se detalla en la Resolución de Consejo Directivo N° 006-2015/SUNEDU/CD, emitida por la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria – SUNEDU;

Que en cumplimiento del Cronograma del Grupo 5 de los Grupos de Implementación del Licenciamiento la Universidad César Vallejo presentó a la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria – SUNEDU, el informe final para la revisión por la entidad supervisora;

Que con fecha 28 de abril del presente año; mediante Of. 233-2017/SUNEDU 02-12, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria – SUNEDU, solicita información y precisiones en el marco de la solicitud del Licenciamiento Institucional del Indicador 34: Código de Ética para la Investigación, MV1: "Incluir en el Código de ética para la investigación las sanciones e infracciones, además indicar las gradualidades de la falta, factores agravantes o atenuantes, particularidades por los casos de personas nuevas o reincidentes, etc.;"

Que el Dr. Santiago Benites Castillo, Vicerrector de Investigación, ha ejecutado, ha tomado las acciones necesarias para el levantamiento de las observaciones presentadas por la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria, y ha solicitado la inclusión de las sanciones e infracciones, además indicar las gradualidades de la falta, factores agravantes o atenuantes, particularidades por los casos de personas nuevas o reincidentes en el Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo, aprobado mediante Resolución de Consejo Universitario N°0083-2016-UCV, de fecha 29 de noviembre del 2016;

Que el Rector, Dr. Humberto Lempén Coronel, en tanto se aprueba la modificación Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo ha autorizado que se emita una resolución de Consejo Universitario aprobándola, con cargo a dar cuenta al Consejo Universitario para su aprobación en su próxima sesión institucional;

Estando a lo expuesto y de conformidad con las normas y reglamentos vigentes;



Campus La Libertad

Av. Larco 1770

Tel.: (044) 485000 - (044) 485020

Fax: (044) 485019

Trujillo - Perú.

[www.ucv.edu.pe](http://www.ucv.edu.pe)

## ANEXO Nº 18: Plano de extracción de agregados

