



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Resistencia a la comprensión de un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ,  
sustituyendo el agregado grueso en 10% y 15% de escoria  
siderúrgica, Chimbote – 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

**AUTORES:**

Ulloa Padilla, Brandy Javier (<https://orcid.org/0000-0001-6033-1918>)

Valverde Lopez, Lucero Paola (<https://orcid.org/0000-0002-7082-1934>)

**ASESOR:**

Mgtr. Muñoz Arana, José Pepe (<https://orcid.org/0000-0002-9488-9650>)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

CHIMBOTE – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

A mis padres, y mi familia quien con amor y perseverancia; en todo momento busco infundir en mí todos los valores, como también por su apoyo incondicional.

A los docentes que me enseñaron en el transcurso de mi vida universitaria, por su guía y consejos necesarios para seguir adelante y no decaer.

Este proyecto va dedicado a mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad y muchos de mis logros se lo debo a ellos incluido este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero siempre me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos. Gracias papá y mamá, aunque hoy en día no te tenga presente a mi lado todos tus esfuerzos serán recompensado.

Y especialmente a todas las personas que me ayudaron a seguir desarrollando mi tesis y me motivaron para no darme por vencido para así poder culminarla y terminar la carrera, todo el esfuerzo lo hice por ellos y en especial a mis padres. Gracias por todo el apoyo que me brindaron.

**Ulloa Padilla, Brandy Javier**

**Valverde Lopez, Lucero Paola**

## **Agradecimiento**

A Dios, por habernos brindado las energías requeridas y la sabiduría para realizar nuestra tesis.

A la plana docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por todas las enseñanzas brindadas en el transcurso de la carrera universitaria.

A nuestros padres, por apoyarnos en cada momento de su tiempo a través de sus consejos, por enseñarnos que el trabajo y el estudio nos enseñará a valorar nuestra carrera y el tiempo invertido, porque el que siembra sabiduría, cosecha esperanzas en un futuro no muy lejano.

**Ulloa Padilla, Brandy Javier**

**Valverde Lopez, Lucero Paola**

## Índice de contenidos

	Pág.
Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I.    INTRODUCCIÓN.....	1
II.   MARCO TEÓRICO.....	4
III.  METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	12
3.2. Variables y operacionalización.....	14
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
3.5. Procedimientos.....	17
3.6. Método de análisis de datos.....	19
3.7. Aspectos éticos.....	20
IV.  RESULTADOS.....	21
V.   DISCUSIÓN.....	37
VI.  CONCLUSIONES.....	41
VII. RECOMENDACIONES.....	42
REFERENCIAS.....	43
ANEXOS.....	

## Índice de tabla

	Pág.
Tabla 1: Resistencia a la compresión.....	16
Tabla 2: Diseño de mezcla de concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	21
Tabla 3: Materiales.....	21
Tabla 4: Composición química de la escoria de acero.....	23
Tabla 5: Resistencia promedio a la compresión.....	24
Tabla 6: Contenido de agregado grueso .....	25
Tabla 7: Cálculo de volúmenes absolutos.....	26
Tabla 8: Contenido de agregado fino .....	26
Tabla 9: Valores de diseño .....	26
Tabla 10: Corrección por humedad del agregado.....	27
Tabla 11: Pesos por tandas de un saco .....	27
Tabla 12: Pesos por pie cubico .....	27
Tabla 13: Dosificación en volumen.....	28
Tabla 14: Cálculo de cantidad de materiales.....	28
Tabla 15: Ensayo de resistencia a la compresión de probetas de concreto patrón .....	29
Tabla 16: Ensayo de resistencia a la compresión de probetas de concreto con 10% de escoria siderúrgica .....	30
Tabla 17: Ensayo de resistencia a la compresión de probetas de concreto con 15% de escoria siderúrgica.....	31
Tabla 18: Resumen de resistencia a la compresión.....	32
Tabla 19: Anova un factor.....	34
Tabla 20: Diferencia de media de la muestra patrón .....	34
Tabla 21: Diferencia de media de la muestra experimental al 10%.....	35
Tabla 22: Diferencia de media de la muestra experimental al 15%.....	35

## Índice de gráficos y figuras

	Pág.
Gráfico 1: Curva del análisis granulométrico del agregado fino.....	23
Gráfico 2: Curva del análisis granulométrico del agregado grueso.....	23
Gráfico 3: Curva del análisis granulométrico de la escoria siderúrgica.....	24
Gráfico 4: Resistencia a la compresión de probetas de concreto patrón.....	28
Gráfico 5: Resistencia a la compresión de probetas de concreto con 10% de escoria siderúrgica.....	29
Gráfico 6: Resistencia a la compresión de probetas de concreto con 15% de escoria siderúrgica.....	32
Gráfico 7: Promedio resistencia a la compresión del concreto patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días.....	33
Gráfico 8: Curva de Fisher.....	36
Figura 1: Composición química de la escoria de acero.....	24

## Resumen

La investigación tiene como principal objetivo, determinar la resistencia a la compresión de un concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, usando el 10% y 15% de escoria siderúrgica por agregado grueso. Teniendo como variable dependiente, la resistencia del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y variable independiente, la escoria siderúrgica. El tipo de investigación empleada es de tipo aplicativo, con un nivel de investigación cuasi-experimental, debido a que la variable independiente se manipula al usar el 10% y 15% de escoria. La muestra empleada es de 36 probetas, siendo la misma que la población. Por lo que se obtiene diversas resistencias en base a la escoria con el propósito de determinar su resistencia mecánica.

Finalmente, como resultado al sustituir la grava por la escoria en 10% y 15% alcanzan las siguientes resistencias (183.3 y 110.3) kg/cm<sup>2</sup> y la muestra patrón alcanzó 185.8 kg/cm<sup>2</sup>, con respecto a los 7 días; a los 14 días, la muestra patrón alcanza la resistencia de 232.7 kg/cm<sup>2</sup> y al sustituir el 10% y 15% alcanzan las siguientes resistencias (164.3 y 166.2) kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días, la muestra patrón alcanza la resistencia de 235.3 kg/cm<sup>2</sup> y al sustituir el 10% y 15% alcanzan las siguientes resistencias (240.1 y 189.3) kg/cm<sup>2</sup>.

Palabras claves: escoria siderúrgica, resistencia a la compresión, concreto

## Abstract

The main objective of the research is to determine the compressive strength of a concrete  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , using 10% and 15% of steel slag for coarse aggregate. The dependent variable is the strength of the concrete  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  and the independent variable is the steel slag. The type of research used is of the applicative type, with a quasi-experimental level of research, because the independent variable is manipulated by using 10% and 15% of slag. The sample used is 36 specimens, being the same as the population. Therefore, different resistances are obtained based on the slag in order to determine its mechanical resistance.

Finally, as a result of substituting the gravel for the slag at 10% and 15%, the following resistances (183.3 and 110.3)  $\text{kg/cm}^2$  are reached and the standard sample reached 185.8  $\text{kg/cm}^2$ , with respect to the 7 days; at 14 days, the standard sample reached the resistance of 232.7  $\text{kg/cm}^2$  and when substituting 10% and 15%, the following strengths (164.3 and 166.2) were reached and at 28 days, the standard sample reached 235.3  $\text{kg/cm}^2$  and when substituting 10% and 15%, the following strengths (240.1 and 189.3) were reached.

Keywords: iron and steel slag, compressive strength, concrete



## I. INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción es una de las más dinámicas y es considerada el motor de la economía del Perú, porque asocia a otras industrias que brindan insumos (Cemento, fierro, asfalto). El desempeño de este sector requiere la vitalidad de la inversión pública y la inversión privada. Este sector es la cabeza de la economía, por lo que, va de la mano con el comportamiento del crecimiento del país, siendo un gran generador de ingresos y tiene importante inversión pública y privada (Palomino, Hennings y Echevarría, 2017). El concreto es un elemento de mayor demanda y la principal fuente de las construcciones utilizada por el ser humano en el mundo de la construcción, por lo que se requieren minimizar el impacto negativo de la producción de concretos (Moreno, Ospina, Rodríguez, 2019 , p. 3), esto significa que su uso en estado fresco es propicio para el trabajo realizado por el personal de construcción, brindando durabilidad y resistencia en los cuales demuestra sus diferentes condiciones físicas y mecánicas, y su diseño se ha vuelto en su mayoría más complejo, por lo que requiere de mayor resistencia y flexibilidad; al buscar una mayor resistencia en el concreto, se pretende arriesgar el uso de materias primas nuevas e innovadoras que pueden encontrar la misma calidad y requisitos en los materiales utilizados, que no se deben a su costo, tienen un impacto en la economía y están sean acordes con el cuidado del medio ambiente (Hart, 2019, p.7).

Así mismo, la metalurgia se define como un arte y una ciencia que posee como objetivo la obtención económica de metales a partir de residuos, desechos, chatarras, y adaptarlos al trabajo que les brindan los humanos (Charaja, Choque, López, Quiroz, 2016), siendo este sector uno de los principales generadores de diversos residuos de todo tipo, teniendo como ejemplo la escoria siderúrgica generada durante la extracción y la transformación del hierro, por lo que precisan de su almacenamiento en los talleres de escoria siderúrgica y sitios de botaderos, donde se genera una preocupación por la contaminación ambiental. Por esta razón, Dina (2016, p.1), establece que el reusó de estos residuos es beneficioso para ser empleados como material en el sector construcción.

Por esta razón, la escoria ha sido estudiada químicamente, obteniendo como propiedades el óxido de magnesio y manganeso, óxido de calcio, hierro, aluminio y silicio. Por esta razón, este material puede emplearse para las vías (Setien 2015, p.23). Por este motivo, Papapayani y Anastasiou (2016, p.14), determinan que, al reemplazar los agregados grueso y fino, se puede obtener una alta resistencia superior a 70 Mpa. Del mismo modo, Sekaran (2015, p.1), difundió el uso de E.A.H como material en el hormigón, tendrá una mejor resistencia a las propiedades de dicho material. Por otro lado, la reutilización de la escoria en las ciudades de California, Michigan y Georgia, tiene como objetivo, reducir la extracción de suelo y reutilizarlo en diferentes aplicaciones según sea necesario (American Journal of Chemistry and Materials Science, 2016, p.04).

Es preciso señalar que el Perú tiene que estudiar la reutilización de escorias en diversas aplicaciones con el propósito de solucionar estas incertidumbres ambientales en el caso de sobreexplotación de canteras y contaminación ambiental. Teniendo como una de las empresas productoras metalúrgicas reconocidas de Chimbote, SiderPerú está comprometida con la producción de acero y la comercialización de diversos productos metalúrgicos, produciendo 500.000 toneladas de productos siderúrgicos para diversas industrias. A través de su fabricación de acero, la empresa arroja cierta cantidad de desperdicio de escoria negra proveniente de los hornos eléctricos, que tiene buenas características y se puede reutilizar como material en el sector construcción.

Por ello, se plantea la interrogante siguiente de investigación: ¿Cuál es el resultado de reemplazar el 10% y el 15% del agregado grueso con escoria siderúrgica sobre la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ?

Puesto que, se justifica técnicamente como una alternativa en la reutilización de escoria siderúrgica en SiderPerú de la ciudad de Chimbote, en la práctica se realiza con el objetivo de reemplazar y generar un nuevo método de diseño de concreto agregando este componente al concreto tradicional  $210 \text{ kg / cm}^2$ ; si sustituimos el agregado grueso por estos materiales, veremos si son capaces de mejorar la resistencia del concreto tradicional que se ha utilizado hasta la actualidad. Siendo beneficioso su uso para la ciudad de Chimbote, debido que

dicha ciudad cuenta con una siderúrgica, teniendo la factibilidad de realizar el nuevo diseño de concreto empleando la escoria siderúrgica. Metodológicamente, para observar la reacción del concreto con la interacción de la escoria siderúrgica, las investigaciones se realizarán en base a la resistencia a la compresión, teniendo en cuenta las normas legales vigentes; cabe señalar que en el presente estudio se tomarán muestras específicas para 7, 14 y 28 días, por otro lado la relevancia económica proporciona ayudas alternativas de las materias primas, lo que ayudara a reducir los costos, ya que los materiales propuestos en obra pueden ser reemplazados por otros insumos reutilizables y luego procesados en gran cantidad a nivel nacional o local, asimismo, el estudio se da socialmente con el fin de prevenir la contaminación por residuos de escoria derivado del acero de horno eléctrico y así reducir los efectos negativos en el medio ambiente que se viene generando; luego veremos económicamente si los residuos de escoria ya establecidas influyen y determinan el diseño del concreto y así poder construir viviendas con estos nuevos componentes, ya que esto sería beneficioso para aquellas personas con menos recursos económicos teniendo la oportunidades y accesos a la construcción de su vivienda.

Ante la problemática propuesta se plantea la siguiente hipótesis.  $H_0$ : No presentan cambios positivos en mejoría de la resistencia del concreto sustituyendo el 10% y 15% de escoria siderúrgica.  $H_1$ = Presentan cambios positivos en mejoría de la resistencia del concreto sustituyendo el 10% y 15% de escoria siderúrgica.

El propósito de este estudio es determinar la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , cuando se usa 10% y 15% de escoria siderúrgica en lugar del agregado grueso. Siendo sus objetivos específicos: Realizar el diseño de mezcla de un concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  según método ACI, empleando cemento tipo I y materiales de las canteras ubicadas en el departamento de Ancash, por otro lado, determinar y comparar las resistencias a la compresión de probetas de concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  al sustituir el agregado grueso en 10% y 15% por escoria siderúrgica a los 7, 14 y 28 días de curado.

## II. MARCO TEÓRICO

A propósito de mostrar una idea más clara del tema de investigación, se realizan las siguientes investigaciones, a nivel internacional y nacional.

De acuerdo con Torres (2019), “La influencia de los residuos metálicos en la resistencia a la compresión del hormigón” habla sobre los mayores retos de la sociedad de reducir el uso de recursos no renovables y la generación de residuos mediante el uso y reutilización de residuos. Al igual que Tailandia, parte del concreto se recicla para productos prefabricados y proyectos comunitarios, Japón ha reciclado casi por completo los RCD, los cuales se utilizan como sub base de carreteras. Asimismo, otros países también están entrando en el proceso de protección medioambiental de este tipo de concreto. Teniendo favorables beneficios ambientales, también puede reducir el costo de producción de otros materiales. (Moreno, Ospina, Rodríguez, 2017, p. 657). Para ello, llevo a cabo una revisión de la literatura científica acerca del uso de residuos metálicos para el diseño del hormigón para reemplazar parte del agregado fino con el fin de evaluarlo y determinar su factibilidad, de los cuales encontré 12 artículos científicos, empleando las palabras claves; residuo metálico, resistencia del hormigón y materiales finos.

Asimismo, Valencia, Angulo y Mejía (2018, p.67-77), en su investigación “Resistencia química de concretos de activación alcalina ceniza volante/ escoria: Sulfatos y ácidos” habla sobre las propiedades mecánicas del hormigón y que una de sus características más importantes es su durabilidad, la cual está relacionada con la vida útil de la estructura expuesta a determinado ambiente; esta propiedad es necesaria para definir áreas de aplicación potenciales y promover el desarrollo de nuevos materiales de cemento comercial. Teniendo como resultado que, a los 28 días de curación normal, la resistencia a la compresión del hormigón Geo CV/ESC es 42,9 MPa, que es un 26% más alta que la resistencia a la compresión informada del hormigón OPC. La resistencia del hormigón se acerca a la resistencia de diseño,  $f'c = 218.10 \text{ Kg/cm}^2$  y  $209.10 \text{ Kg/cm}^2$ , que está muy cerca de la resistencia proporcionada por el hormigón estándar de  $214.30 \text{ Kg/cm}^2$ .

Por consiguiente, Ramos (2018), establece utilizar 2% de patas de mula y 6% de arcilla para el diseño de hormigón. Se emplea estos dos materiales porque la concha de pata de mula tiene un porcentaje alto de óxido de calcio alcanzando el 95% y el porcentaje en arcilla es muy alto en composición de óxido de silicio, esta es la química que se requiere reemplazar. Por ende, el método utilizado es experimental porque el nuevo diseño se utiliza para mezclas de hormigón alternativas, incluidas las conchas de pata de mula y arcilla extraída del estado de Kitalaksa, y luego se diseñó muestras de concreto utilizando cemento Portland, seguido de una serie de pruebas, como, prueba de peso unitario compactado, sedimentación, resistencia al compresión, prueba de contenido de aire; resultados procesados, análisis e interpretación; metodología estadística, obteniendo los siguientes resultados: La probeta alcanzó su máxima resistencia a los 28 días, batir la muestra estándar en un 22,33%, y luego a los 40 días, el porcentaje disminuyó porque la muestra experimental excedió el estándar en un 12.29%, y al final, la muestra experimental curada después de 56 días obtuvo mejores resultados que el de la muestra estándar 3,87%, a los 40 y 56 días, el hormigón ha logrado obtener una resistencia constante.

Por otra parte, Orduz y Ruiz (2021) habla sobre la construcción sustentable y su gran importancia, desarrollando métodos de aprovechamiento de residuos, como también la fabricación de insumos de construcción, debido al incremento de la población y la obvia demanda de infraestructura, la construcción sustentable es una de las áreas de crecimiento representativo. Teniendo como objetivo principal la obtención de insumos de construcción de la provincia de Boyacá. En la actualidad, dado que este material genera alta contaminación durante su proceso de fabricación, se necesitan mejoras para poder disminuir el impacto provocado por la producción de concreto y sus componentes al medio ambiente (Sagastume, Cabello, Gaviria, Caneghem y Vandecasteele, 2017, p.463 ); por consiguiente, en los últimos años se han realizado investigaciones para evaluar el uso de residuos de demolición como sustituto de agregados de origen natural (Kisku, Ansari, Panda, Nayak y Dutta, 2017) con el propósito de disminuir el impacto ambiental y los costos de producción. Considerando las mezclas de concreto reciclado requieren una mayor cantidad de cemento con el fin de

alcanzar resistencias altas. En cambio, estas mezclas de concreto suelen disminuir su durabilidad al emplear mayor cantidad de cemento (Ruiz y Ospina) porque el cemento es el material menos duradero en las mezclas de concreto. En resumen, los residuos industriales y los residuos siderúrgicos tienen muy buenas características y pueden utilizarse en la producción de materiales de construcción.

De acuerdo con Zhao, Zhang, Cang y Bai (2015, p.325) en su investigación titulada: Síntesis de cerámicas de escoria de acero: composición química y fases cristalinas de materias primas, cuyo objetivo fue, aumentar la eficiencia de utilización de recursos metalúrgicos en China. Los resultados de este estudio demostraron un nuevo enfoque para el reciclaje siendo extenso de manera eficaz de la escoria de acero, y las composiciones químicas de los porcelánicos tradicionales.

De la misma manera Carrasco y Martínez (2019), determinan el porcentaje óptimo de resistencia de la escoria siderúrgica a la compresión y la corrosión por cloruro en hormigón de alto rendimiento. Las materias primas se optimizaron en la tercera y última etapa de este estudio. Asimismo, en la siguiente etapa, se determinó el porcentaje de plastificante a través de la prueba del cono de Marsh, y luego se realizó una muestra del mismo tamaño que antes. Para encontrar un nuevo porcentaje de plastificante más tarde, pero debido a la introducción de ceniza volcánica en la siguiente etapa, esta vez a través de la prueba del cono de Abrams se estableció en 2.5%, y el porcentaje se estableció como una constante en el estudio. En la tercera y última etapa, el tamaño y material de la muestra fueron los mismos que en la etapa anterior, y se agregaron 10% de humo de microsílíce, 10% de ceniza de antracita y escoria de acería como sustitutos parciales del cemento. La escoria se mezcla en porcentajes del 5%, 10%, 15% y 20% del cemento para lograr una resistencia a la compresión de 87,7 MPa a los 90 días, un volumen vacío de 2,62% y una permeabilidad de iones cloruro muy baja, 20% de escoria.

A propósito de analizar los resultados de la prueba de compresión, Ureña y Laica, (2018) explica el uso del compresor de la marca ZHIMADZU y el modelo

concreto 2000X, donde el compresor se utiliza para probetas con una altura de 200 mm y un diámetro de 100 mm. Las piezas se reemplazan con 0%, 10%, 20% y finura de escoria de acero 30% del agregado se utilizó para 14, 28 y 60 días de edad, respectivamente, excepto para someterlos a corrosión acelerada por sulfato de muestras de 60 días para establecer cómo afecta la resistencia a la compresión. Una vez que se estableció la dosis adecuada, se tomaron 96 muestras a una edad específica para cada prueba. Una vez finalizadas las muestras, se realizaron ensayos de compresión a los 14, 28 y 60 días de edad para obtener información sobre cómo afecta la escoria de acero a la resistencia a la compresión del hormigón bajo diferentes porcentajes de reposición.

Así mismo, Torres (2019), evalúa la economía y desempeño de concreto simple agregando distintos porcentajes de escoria de acero en reemplazo del agregado grueso en proporción, teniendo como razones principales el impacto en el medio ambiente y la escasez de agregados, razones que surgen por la alta demanda de materiales de construcción en distintas regiones del Perú. Se realizaron diversos ensayos para establecer las características físicas de los agregados fino, grueso y escoria de acero, conforme a las normas técnicas peruanas de ensayos de materiales. Luego se probó el concreto con una prensa hidráulica, y se obtuvieron resistencias a la compresión a los 7, 14 días y 28 días respectivamente. En conclusión, el uso de escoria de acero ayuda considerablemente a la resistencia a la compresión del hormigón simple y en la evaluación económica, el hormigón estándar simple es más económico que el hormigón simple con escoria de acero agregada en diferentes porcentajes.

Además, Aquino (2019), utiliza la escoria de acero como reemplazo del agregado grueso en su totalidad, agregando dosis de micro-sílice de 5%, 10% y 15% del peso del cemento para 7 días y 28 días respectivamente. El objetivo propuesto en el proyecto se logró mediante la sustitución de la escoria de acero como agregado grueso y diferentes dosis de micro-sílice, el tiempo que se empleó fue de 7 días y 28 días. Finalmente, se observó que las muestras que contenían escoria de acero y micro-sílice obtuvieron un aumento en los ensayos de compresión y flexión, aunque, se registró una pérdida de resistencia en el ensayo a tracción por compresión diametral.

Por otro lado, Rondon, Muniz y Reyes (2018, p.73) señala que, en la fabricación de acero, se genera un residuo denominado escoria de acero, la cual puede convertirse en un residuo reemplazo de agregados minerales de mezclas asfálticas, donde son limitadas estas fuentes de estos materiales o en donde existen plantas de producción de acero y la inexistencia de botaderos formales para su disposición final.

A nivel nacional, Zelada (2017), explica que, en el Perú la eficiencia de los insumos en el sector de la construcción se ha incrementado en los últimos años, resultando en un aumento de la contaminación ambiental de los ríos. Se realizaron investigaciones para mitigar el impacto, como la sustitución del cemento por un porcentaje de escoria (p.1).

Según Yu Xin (2017), estudio el "Concreto hecho con escoria de acero y vidrio residual y su aplicación en acero llenado de concreto columnas tubulares", el cual tiene como propósito general "estimar el uso de escoria de acero y escoria de vidrio Posibilidad". El papel internacional presentado por Xin yu implica el estudio de dos materiales. El propósito es reemplazar estos materiales con agregados, proporcionar diferentes muestras en diferentes proporciones y obtener un resultado. Solo se utiliza escoria de acero para mejorar el rendimiento del hormigón.

Así también, Reyes y Villigua (2019), en su proyecto de tesis "Diseño de concreto utilizando escoria de acero para vigas" demuestra que el agregado de piedra gruesa puede reemplazar la escoria de acero negro con un tamaño nominal de 3/4 "una pulgada" a través de su respectivo tamiz y todas las pruebas requeridas por ACI (Instituto Americano del Concreto) o NEC (Norma de Construcción Ecuatoriana). La escoria de acero mantiene el tamaño nominal de 3/4 pulgadas, y el resto se reemplaza por 25%, 50%, 75% y 100% mediante la prueba de tamaño de partícula. El cilindro de compresión se rompe y el resultado es superior a 28 Mpa, por lo que cumple con la resistencia requerida.

Sin embargo, Janarthanan (2016) en su artículo "An experimental investigation on cooper slag as replacement of fine aggregate in concrete", compara los parámetros de resistencia y el comportamiento del hormigón fresco y endurecido



con el hormigón convencional y el hormigón con escoria de cobre en distintos porcentajes como sustituto de áridos finos. Cada año se producen alrededor de 24,6 millones de toneladas de escoria de cobre en todo el planeta. Las propiedades de resistencia del hormigón con escoria de cobre se determinaron al sustituir 20%, 40%, 60%, 80% y 100%, de los cuales la sustitución del 40% proporciona mayor resistencia a la compresión después de 28 días, 37,55% más en la resistencia a la compresión y el 5,3% más en la resistencia a la tracción y el 40,72% en la resistencia a la flexión en comparación con la mezcla convencional.

Así mismo, Morampudi, Yajdani y Anil (2017) habla sobre el agotamiento de los recursos naturales en todo el mundo y, al mismo tiempo, los desechos generados por las industrias están aumentando. La escoria de cobre es un material de desecho que el sector construcción puede emplear y utilizar como sustituto parcial de los áridos finos. Este artículo presenta el trabajo experimental realizado mediante el uso de escoria de cobre en lugar de agregado fino. El agregado fino (arena) se reemplazó con 0% (para mezclas de concreto convencional), 10%, 20%, 30%, 40%, 50% de escoria de cobre en peso y se realizó pruebas enfocadas a las propiedades del concreto fresco y endurecido. Los resultados mostraron que la trabajabilidad aumentó con una proporción creciente del porcentaje de escoria de cobre, lo que se debió a una capacidad baja de absorción de agua de la escoria de cobre. Mientras que, al aumentar el porcentaje de agregados finos reemplazados por escoria de cobre, la resistencia a la compresión aumenta al 40%.

Según, Jijo, Ebenezer, Mahalakshmi, Mohan y Jayapal (2018), examinó los beneficios puzolánicos obtenidos mediante el uso de una combinación de dos residuos industriales para cambiar la estabilidad de la cal del suelo: la escoria de fa y de acero. Los resultados de la investigación mostraron que la adición de cenizas volantes y escoria de acero aumenta la resistencia de las puzolanas entre un 3,5% y un 15%.

De la siguiente manera, se determina la resistencia del concreto para conocer su mejor esfuerzo, bajo que material puede resistir sin dañarse ni desmoronarse.

Dado que el concreto se emplea principalmente para realizar esfuerzos de compresión, este método se utiliza para ver su índice de calidad. (Riva, 2014, p.33). El concreto está conformado por cemento, agua, áridos fino y grueso, también puede contener una pequeña proporción de aire, así como la incorporación deliberada de aire mediante el uso de aditivos (Caysahuana, 2015, párr.1). Se utilizan como elementos: cemento, agua, áridos, aire y aditivos que pueden mejorar el desempeño de las mezclas de concreto, concluyendo que el principal material utilizado en cualquier proyecto de construcción es el cemento debido a los mínimos porcentajes que se logra establecer la relación específica para generar un concreto (Uchechi, Jhon y Bennet, p.9).

Asimismo, el diseño de mezcla patrón de concreto, se compone de diferentes elementos, teniendo como elemento principal al cemento que se mezcla con otros materiales como el agua, áridos fino y grueso, que harán que la mezcla se endurezca hasta obtener una consistencia similar a la de la piedra (Chumioque y Villegas, 2019, p.6). El cemento está compuesto de un elemento en polvo que al ser mezclado con agua u otros elementos, puede formar una pasta blanda, fortalecido por la relación con el agua o el aire; también puede usarse para cubrir o rellenar huecos y actuar como componente aglutinante en bloques de concreto. (Hilaro, 2018, p.10), los agregados son aquellos materiales inactivos que tienen una estructura granular, entre los agregados, tenemos los áridos finos y gruesos. Teniendo como elemento básico al agua para el curado del concreto, según los estándares de calidad (sanchez, 2017, párr.1). Por esta razón el mortero es el material más empleado en la industria de la construcción (Mohamed, Abdellatif, Faouaz, 2017, párr.1).

Agregando a lo mencionado anteriormente, Muñoz (2018), evalúa algunas propiedades físicas, mecánicas y de durabilidad del mortero. Estos morteros se preparan reemplazando parcialmente el agregado fino reciclado y el agregado fino reciclado carbonatado por agregado fino natural en cantidades de 0%, 25% y 50%, respectivamente. Por esta razón, realizó 3 clases de mezclas de mortero con una relación a/c de 0,65. Los resultados muestran que la resistencia a la compresión del mortero aumenta y la tasa de absorción disminuye, siempre y

cuando se incremente el porcentaje de reemplazo de agregado fino reciclado carbonatado.

Finalmente, en determinadas normas establecidas, se debe tener en cuenta que el agua no produce ningún tipo de residuo desfavorable, debido a que el concreto podría presentar algunos defectos durante su elaboración y curado (Torres, 2014, p. 19). El agua a usar en el trabajo debe estar limpia de cualquier sustancias y materias orgánicas, teniendo como función principal hidratar el concreto y a su vez aumentar la trabajabilidad de la mezcla, se utilizará como curador en la construcción de concreto a partir de las 4 semanas (Mehdi, Payan, Muhammad, 2018, p.15).

Teniendo en cuenta a Quipusco y Villegas (2019, p.46), introdujeron el ensayo químico de la escoria siderúrgica realizado en SiderPerú, señalaron que, en el proceso de elaboración del acero, la escoria se forma alrededor de 1700°C, a esa temperatura se producen varias reacciones químicas. Es por ello que, incluye cantidades considerables de CaO, SiO<sub>2</sub>, FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, MgO y pequeñas cantidades de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O y Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, en consecuencia, existe varias composiciones posibles de óxidos. El análisis químico realizado por SiderPerú, mostró que la composición química de la escoria producida por el proceso de EAF, se muestra en la Tabla 4 o Figura 1.

### **III. METODOLOGÍA**

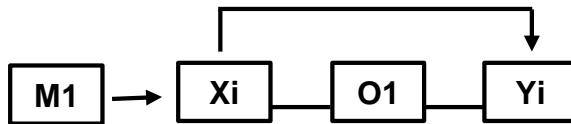
#### **3.1. Tipo de investigación y Diseño de Investigación**

##### **Tipo de investigación**

Según el proceso es de tipo aplicado, porque la investigación tiene como objetivo obtener nuevos conocimientos orientados a encontrar soluciones para comprender el efecto al reemplazar el agregado grueso por escoria siderúrgica en 10% y 15% con respecto a la resistencia del concreto. Es de nivel descriptivo y aplicativo, porque los datos de la investigación se obtuvieron observando el fenómeno en las condiciones del investigador. Se utilizó la experimentación.

##### **Diseño de investigación**

Corresponde a un diseño experimental a nivel cuasi-experimental, debido a que las variables independientes se manipulan agregando 10% y 15% de escoria siderúrgica. Se estableció tres grupos de trabajo: un grupo de control y dos grupos experimentales, este será un nuevo diseño de mezcla utilizando escoria siderúrgica. Por otro lado, esta investigación se basó en métodos experimentales, los cuales se basaron en observaciones, por lo que se realizó las pruebas siguientes: compresión, peso unitario de compactación, asentamiento, contenido de aire; la mayoría de estos estudios se realizó en el laboratorio de suelos, donde los investigadores estuvieron expuestos al experimento que se realizó y la obtención de los resultados en función a lo planteado en los objetivos.



**Dónde:**

M<sub>1</sub>: Patrón de probetas

X<sub>1</sub>: 0% de escoria siderúrgica

O<sub>1</sub>: Resultados

Y<sub>1</sub>: Resistencia a la compresión del concreto



**Dónde:**

M<sub>2</sub>: Patrón de probetas

X<sub>1</sub>: 10% de escoria siderúrgica

O<sub>1</sub>: Resultados

Y<sub>1</sub>: Resistencia a la compresión del concreto



**Dónde:**

M<sub>3</sub>: Patrón de probetas

X<sub>1</sub>: 15% de escoria siderúrgica

O<sub>1</sub>: Resultados

Y<sub>1</sub>: Resistencia a la compresión del concreto

### 3.2. Variables y Operacionalización

**Variable dependiente:**

- Resistencia del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$

**Definición Conceptual:** La resistencia del hormigón se determina según el esfuerzo máximo que el material puede soportar sin quebrarse. Es empleado principalmente a esfuerzos de compresión, este método se usa para ver el índice de calidad (RIVVA, 2014, p.33).

Se puede definir la Resistencia a la compresión como medida máxima de resistencia a carga axial de muestras de concreto (ASTM C39, 2017, p.6).

**Definición Operacional:** El diseño de la mezcla se realizó para un hormigón convencional frente a un hormigón con sustitución de agregados gruesos por escoria siderúrgica, alcanzando una  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  a los 7, 14 y 28 días.

La resistencia a la compresión es el grado máximo que puede soportar lo testigos de hormigón cargado axialmente. La unidad de informe es  $\text{kg/cm}^2$  y la prueba se realizará conforme a la norma ASTM C39 y NTP 339.034

**Dimensión:** Propiedades mecánicas

**Indicadores:** Resistencia a la compresión y a la tracción.

**Escala de medición:** Razón

**Variable independiente:**

- Escoria Siderúrgica

**Definición Conceptual:** La escoria viene a ser el residuo de las industrias siderúrgicas con respecto al sector construcción.

Para definir el concepto de escoria se cita a BOZA, (2011) que lo define como el residuo de elementos químicos en la industria siderúrgica y minera (p.33).

**Definición Operacional:** A través de la investigación experimental, se conoció las propiedades de la escoria siderúrgica, y después se reemplazó el 10% y 15% del agregado grueso con escoria siderúrgica.

**Dimensión:** Propiedades físico-químicos.

**Indicadores:** Forma y textura, Absorción y Granulometría.

**Escala de medición:** Nominal y razón

### 3.3. Población y Muestra:

El este estudio se empleó como población al concreto y como muestra se utilizó las probetas de concreto elaborados de acuerdo a la norma técnica peruana (NTP339.034).

**Población:** 36 probetas

**Muestra:** 12 probetas patrón y 24 probetas objetivo de experimentación

**Muestreo:** Fue de tipo no probabilístico por conveniencia, debido a que se seleccionó las probetas de acuerdo a las especificaciones del estudio.

**Unidad de análisis:** Fue las muestras de estudio (probetas).

**Criterios de inclusión:**

Tipo de sustitución: La escoria siderúrgica proporcionalmente en 10% y 15%

Diseño de mezcla por el método ACI que se realizó en el laboratorio de suelos.

**Criterios de exclusión:**

El agregado grueso que fue sustituido en 10% y 15% por escoria siderúrgica; que se empleó en el concreto con una elaboración de 36 probetas.

En la tabla siguiente se contempla la distribución correspondiente:

**Tabla 1:** Resistencia por Compresión

Nº	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS		TOTAL DE ENSAYOS
		RESISTENCIA AL CONCRETO		
		DÍAS	Nº DE PROBETAS	
1	Diseño de mezcla de concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	7	4	12
		14	4	
		28	4	
2	Diseño de mezcla de concreto + 10% de escoria siderúrgica	7	4	12
		14	4	
		28	4	
3	Diseño de mezcla de concreto + 15% de escoria siderúrgica	7	4	12
		14	4	
		28	4	
<b>TOTAL DE ENSAYOS</b>				<b>36</b>

Por consiguiente, se dispuso de 36 probetas como muestra para las pruebas de resistencia a la compresión, también se reemplazó el agregado grueso por escoria siderúrgica en las proporciones de 10% y 15% en base a la totalidad de dicho material obtenido en el diseño de mezcla. Las muestras patrón y experimentales con proporciones de escoria siderúrgica, fueron elaboradas para una resistencia de  $f'c = 210$  Kg / cm<sup>2</sup>.

### 3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Se empleó la técnica de la observación, debido a que se visualizó los materiales que fueron empleados para la fabricación de las muestras patrón y experimentales según el diseño de mezcla, sin ser alterados.

En cambio, el instrumento fue una ficha técnica ya estandarizada y realizada por el laboratorio GEOLAB, referido al diseño de mezcla (Comité de Diseño 211 ACI), análisis de tamaño de partícula (norma ASTM D422), contenido de humedad (ASTM D 2216), peso unitario y prueba de agregado de barra (ASTM C 29-91), gravedad específica y absorción de agregado (ASTM C 127-128) Y prueba de resistencia a la compresión (ASTM C39-99).

Este informe de investigación ha sido verificado por las normas técnicas de ASTM, por lo que no se requiere verificación. Del mismo modo, la confiabilidad de la investigación fue probada por rotura de las muestras cilíndricas (ficha



técnica) utilizando una prensa hidráulica con certificado de calibración de laboratorio GEOLAB.

### **3.5. Procedimientos**

El proceso de elaboración de las muestras patrón y experimentales se desarrolló en el laboratorio, en el cual se llevó a cabo los estudios correspondientes a los objetivos planteados en este proyecto de investigación, el cual se realizó en las siguientes etapas.

En la primera etapa se realizó la recolección de los materiales:

#### **Obtención del agregado grueso y fino**

Para el proceso de exploración de campo, se trabajó con la cantera de Piedra Liza para la extracción de los agregados gruesos y para la obtención de agregados finos se trabajó con la cantera La Cumbre ubicada a las afuera de la playa vesique. Para el método de recuperación, se realiza al aire libre con tamices estáticos de  $\frac{3}{4}$ " (arena), (piedra).

Para la mezcla, se empleó el cemento Pacasmayo del tipo I, denominado también portland normal, con su respectivo peso específico.

#### **Obtención de la escoria siderúrgica**

Este material llamado escoria se obtuvo de la empresa SiderPerú, y para su obtención fue necesario presentar una carta solicitando dicho material al encargado de las Donaciones el Sr. Jorge Alberto Castillo Espejo quien junto a la Sra. Horna Tamariz Angelica trabajadores de dicha empresa, quienes nos proporcionaron 2 sacos de 25 kilos cada uno, teniendo la misma proporción ambos sacos.

En la segunda etapa, se realizó el análisis de los materiales:

- Para dar inicio, se realizó el análisis granulométrico (Norma ASTM D422), lo cual se pasó el agregado fino y grueso por los tamices N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, N° 200, dando un óptimo resultado al hacer el

proceso a través de las mallas como indica la NTP-400-037 ya que se sustituirá por escoria siderúrgica, próximo lo que se procedió hacer es el cuarteo para extraer la cantidad esencial de espécimen para el ensayo; por ende, se colocó la muestra en una bandeja para el secado; después se efectuó el tamizado de los insumos, para luego proceder a tomar el peso retenido obtenido de las distintas mallas de tamices, para así tener los resultados plasmados en la curva granulométrica de la ficha de datos. De igual manera, se realizó el tamizado de la escoria, el cual no fue necesario ser triturado debido a que contaba con el diámetro similar al agregado grueso; la escoria paso por los tamices 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", ¼", N° 4, hasta el N° 200, luego se procedió a tomar los pesos retenidos en las distintas mallas de tamices, para finalmente plasmar los resultados elaborando una curva granulométrica.

- Así mismo, se aplicó el contenido de humedad para los áridos (ASTM D 2216); lo cual, se destinó una porción pequeña del espécimen húmedo en la tara y cálculo su peso, luego con la misma tara se llevó el espécimen húmedo al horno y se dejó por 24 horas, ya culminado el tiempo se extrajo la tara del horno y se dejó enfriar por un corto tiempo, para finalizar con el pesado de la tara. Finalizando el procedimiento, se obtuvo los resultados a través de cálculos proveniente de las fichas técnicas.
- Los materiales, se llevaron al laboratorio para las correspondientes pruebas del diseño de la mezcla, donde se reemplazó el agregado grueso en un porcentaje del 10% y 15% por escoria siderúrgica. De la misma manera, se elaboró el diseño de mezcla y la preparación de esta, en las muestras patrón y experimentales. Donde se realizó la prueba de resistencia a la compresión en 7 días, 14 días y 28 días.
- De la misma manera se realizó los ensayos para el agregado grueso y fino, para estos ensayos, se empleó una cantidad pequeña de ambos agregados tomados como muestra para realizar los estudios correspondientes como: contenido de humedad (ASTM C566), granulometría (ASTM C136), absorción (ASTM C127-128) y peso

específico (ASTM C127-128), peso unitario suelto (ASTM C138) y peso unitario compactado (ASTM C138).

En la tercera etapa se llevó a cabo la fabricación de las probetas

- En esta etapa hay que tener en cuenta que los pernos de los moldes de las probetas deben de estar perfectamente sujetas y firme al molde, los moldes deben de estar libres de algún material externo y deben de estar completamente limpios, por último, aplicar una capa aceitosa (en este caso se empleó el petróleo como material aceitoso) así evitamos que la mezcla de concreto se pegue al molde y así sea fácil el retiro de la probeta una vez secada.
- Luego de realizar la mezcla de concreto, se realizó el vaciado de esta en los moldes de las probetas, en donde se realizó el llenado de la tercera parte del molde para luego proceder con el compactado de 25 inserciones, para su adecuada realización fue necesario emplear una varilla de acero, estas interrelaciones deben de ser de forma helicoidal (Sleiman, MD, 2018, parr.1). Este proceso se repetirá hasta finalizar las 3 capas y por último se debe dejar la superficie lisa, haciendo uso de la varilla de acero o de una plancha. Al termino de lo mencionado se ejecutará con el golpeo de un martillo de goma 10 veces distribuido en todo el exterior molde para liberar aire acumulado.
- Se realizaron un total de 36 probetas, 12 fueron probetas patrón y 24 probetas experimentales, luego fueron colocadas en un recipiente para ser curadas y obtener las edades de 7, 14 y 28 días.
- Para finalizar, las probetas fueron pasadas por la maquina (prensa hidráulica) y se obtuvieron los resultados de compresión según la norma técnica peruana 339.034.

### **3.6. Método de Análisis de Datos:**

Este método de análisis de datos está relacionado con la hipótesis propuesta, al mismo tiempo, los resultados de los ensayos de compresión obtenidos se

han elaborado mediante instrumentos completamente confiables, usando el análisis descriptivo se determina mediante la presentación de gráficos, como un gráfico de barras ejecutado en Microsoft Excel 2016, en cambio, para el análisis inferencial se ejecutó el análisis de varianza y la prueba Tukey con el programa de Excel, y para la curva de FISHER se utilizó el programa Minitab.

### **3.7. Aspectos Éticos:**

El desarrollo de esta investigación se basará en diversas consideraciones éticas, teniendo los resultados y los criterios necesarios para la obtención de datos reales sin ser modificados. Se han de utilizar como antecedentes y marcos teóricos diferentes libros, tesis y normas debidamente citadas, así como el respeto a su autoría. Los resultados de los datos de esta investigación son confiables por parte del investigador.

Así mismo, este proyecto de investigación se registrará de acuerdo a los artículos mencionados en la Resolución de Consejo Universitario N° 0262-2020, de 28 de agosto del 2020 de la Universidad César Vallejo considerando los principios éticos.

**Beneficencia:** En el proyecto los involucrados tendrán una mejor calidad, dada la investigación debido a sus propiedades físicas del producto, siendo de gran importancia en la sustitución porcentual del cemento, como también siendo de gran aporte a la comunidad como alternativa del empleo de adiciones minerales en el concreto.

**No maleficencia:** Los resultados obtenidos de nuestro proyecto de investigación no se utilizarán para ningún beneficio personal, evitando un uso inadecuado.

**Autonomía:** Los autores de esta investigación están comprometidos a seguir los artículos correspondientes para determinar los beneficios del proyecto que se lleva a cabo.

**Justicia:** Los autores que participen en este proyecto de investigación recibirán el respeto requerido antes, durante y después de la recopilación de datos.

#### IV. RESULTADOS

4.1. Realizar el diseño de mezcla de un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> según método ACI, empleando cemento tipo I y materiales de las canteras ubicadas en el departamento de Ancash

**Primer objetivo específico:** se efectuó el diseño de mezcla, mostrando los resultados del desarrollo en base a las pruebas obtenidas en laboratorio, según la norma comité de diseño 211 ACI.

**Tabla 2:** Diseño de mezcla de concreto  $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup>

METODO DE DISEÑO 211 ACI			
ESPECIFICACIONES:			
La resistencia de diseño a los 28 días es de:	$f'c =$	<b>210</b>	kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Informe del laboratorio – Anexo 4

**Descripción:** En la tabla 2. Nos presenta la resistencia que se va a emplear para realizar el diseño de mezcla y a los cuantos días obtiene su resistencia estándar.

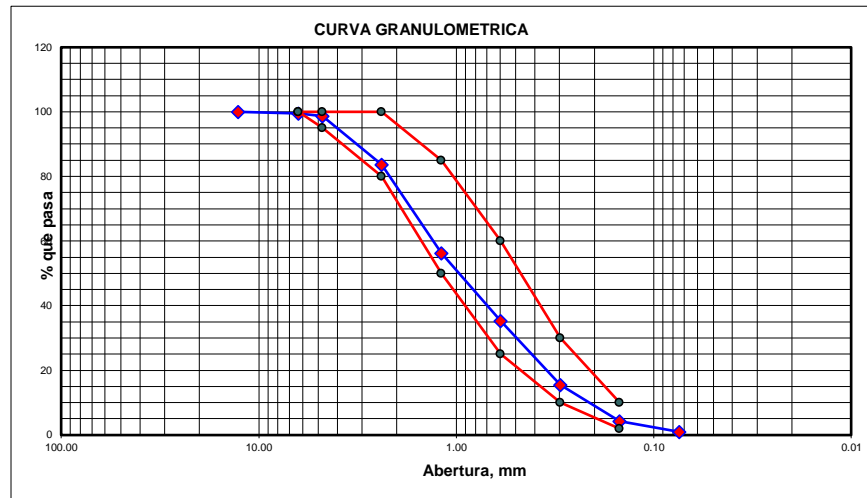
**Tabla 3:** Materiales

CEMENTO	Cemento Tipo I Peso Específico	3.15	gr/cm <sup>3</sup>
AGREGADO FINO	Arena Gruesa de Cantera: "LA CUMBRE"		
	Peso Específico	2.62	gr/cm <sup>3</sup>
	Absorción	0.98	%
	Contenido de Humedad	0.32	%
	Módulo de Fineza	3.04	
	Peso Suelto Seco	1489.93	Kg/m <sup>3</sup>
AGREGADO GRUESO	Peso seco varillado	1680.48	Kg/m <sup>3</sup>
	Piedra Chancada Cantera: "PIEDRA LIZA"		
	Tamaño máximo nominal	1/2"	
	Peso seco varillado	1539.09	Kg/m <sup>3</sup>
	Peso Específico	2.76	gr/cm <sup>3</sup>
	Absorción	0.24	%
AGUA	Contenido de Humedad	0.08	%
	Peso Suelto Seco	1429.07	Kg/m <sup>3</sup>
	Potable de la zona		

**Fuente:** Informe del laboratorio – Anexo 4

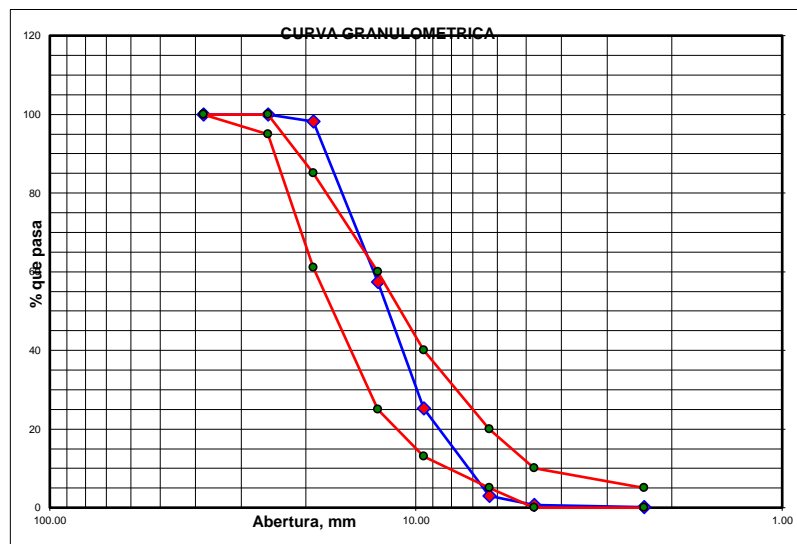
**Descripción:** En la tabla 3. Nos indica el lugar en donde fue obtenido los materiales, los tamaños y pesos requeridos de cada material que fueron empleados en la elaboración del diseño de mezcla.

**Gráfico 1:** Curva Del Análisis Granulométrico del agregado fino



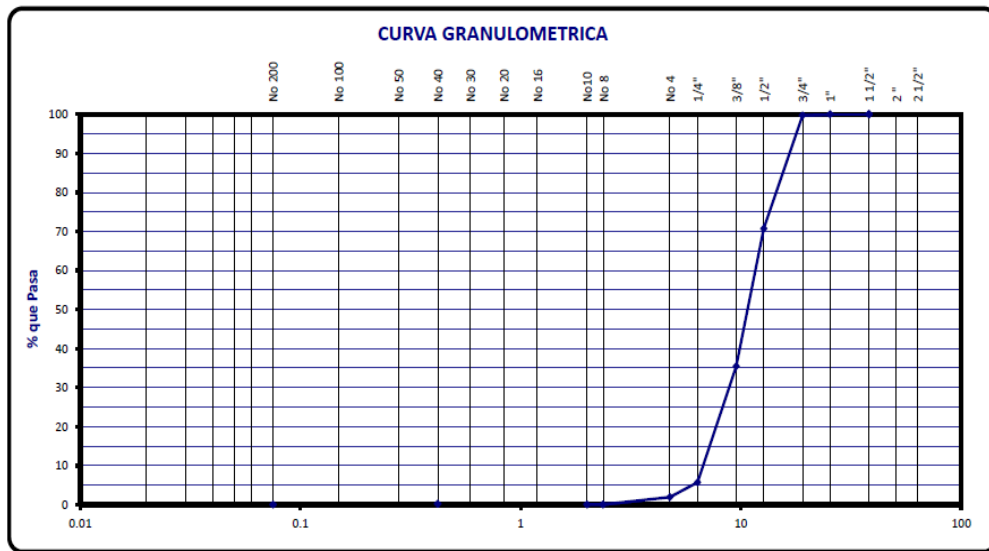
**Fuente:** Informe del laboratorio – Anexo 5

**Gráfico 2:** Curva Del Análisis Granulométrico del agregado grueso



**Fuente:** Informe del laboratorio – Anexo 5

**Gráfico 3:** Curva Del Análisis Granulométrico de la escoria siderúrgica



**Fuente:** Informe del laboratorio – Anexo 5

**Descripción:** En el gráfico 1, 2 y 3. Se observa la curva del análisis granulométrico realizados en los materiales para la fabricación del nuevo diseño de mezcla de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

### Ensayo químico de la escoria siderúrgica

**Tabla 4:** Composición química de la escoria de acero.

Tipo	Óxidos						Metales					
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	FeO	MnO	MgO	SiO <sub>2</sub>	As	Cd	Cr	Hg	Pb	Zn
Grava	6.52	21.58	30.4	6.14	10.62	15.81	0.00089	0.00005	0.11	0.00027	0.009	0.03

**Fuente:** Siderperú

**Figura 1.** Composición química de la escoria de acero.



**Fuente:** Tesis de Quipusco Villalobos, Frank y Villegas Villegas, Deiby; USS, Pimentel – Perú, (2019)

**Interpretación:** como se aprecia en la tabla 4 y figura 1, se observa que la composición que predomina en el estudio químico de la escoria siderúrgica es el óxido de hierro, el cual es un componente beneficioso en la elaboración del concreto, debido a que hace al concreto resistente a la intemperie y rayos uv. Otro componente químico que predomina es el óxido de calcio, es un componente beneficioso en la construcción, debido a que es bueno para estabilizar suelos arcillosos.

**Resistencia promedio a la compresión requerida (f'cr) norma ININVI:**

**Tabla 5:** Resistencia promedio a la compresión

F'c	F'cr
< 210 kg/cm <sup>2</sup>	+ 70 kg/cm <sup>2</sup>
210 - 350 kg/cm <sup>2</sup>	+ 84 kg/cm <sup>2</sup>
>350 kg/cm <sup>2</sup>	+ 96 kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Norma E060

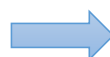
$$f'cr = fc + 84$$

$$f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$$



### Selección del tamaño máximo nominal:

El tamaño máximo nominal es:



1/2"

### Selección del asentamiento:

Debido a las condiciones de colocación, se requiere una mezcla plástica y el asentamiento es de 3" a 4".

### Volumen unitario de agua:

Para mezclas de concreto con un asentamiento de 3 "a 4", sin entrada de aire, el tamaño máximo nominal del agregado grueso es: 1/2"

El volumen unitario de agua es:



216 lt/m<sup>2</sup>

### Contenido de aire:

Aire atrapado:



2.50%

### Relación agua – cemento:

Para una resistencia de diseño: 294 kg/cm<sup>2</sup> sin aire incorporado, se logra una relación de agua – cemento de: 0.559 por resistencia.

### Factor cemento:

$$\text{F.C.: } 216 / 0.559 = 386.40 \text{ kg/cm}^3 = 9.09 \text{ bls/m}^3$$

**Tabla 6:** Contenido de agregado grueso

Para un módulo de fineza	3.035
Tamaño máximo nominal	1/2"
Volumen Unitario Ag. Grueso	0.5965 m <sup>3</sup>
Peso Ag. Grueso	918.07

**Fuente:** Informe del laboratorio – Anexo 4

**Tabla 7:** Calculo de volúmenes absolutos

Cemento	0.123 m <sup>3</sup>
Agua:	0.216 m <sup>3</sup>
Aire atrapado	0.025 m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	0.333 m <sup>3</sup>
<b>Total</b>	<b>0.696 m<sup>3</sup></b>

**Fuente:** Informe del laboratorio – Anexo 4

**Tabla 8:** Contenido de agregado fino

Vol. Absoluto Ag. Fino	0.304 m <sup>3</sup>
Peso Ag. Fino seco	795.69 Kg/m <sup>3</sup>

**Fuente:** Informe del laboratorio – Anexo 4

**Tabla 9:** Valores de diseño

Cemento	386.4 Kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	216 lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino seco	795.69 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso seco	918.07 Kg/m <sup>3</sup>

**Fuente:** Informe del laboratorio – Anexo 4

**Descripción:** En la tabla 6, 7, 8 y 9. Se visualiza el contenido de agregado grueso, cálculo de volúmenes absolutos, contenido de agregado fino y valores de diseño, entre ellos se encuentran los pesos de los agregados finos, grueso y del cemento, tamaño máximo nominal, el módulo de fineza, el volumen unitario del agregado grueso.

**Tabla 10:** Corrección por humedad del agregado

Agregado fino	798.24	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	918.80	Kg/m <sup>3</sup>
Humedad Superficial de:		
Agregado fino	-0.6600	%
Agregado grueso	-0.1600	%
Aportes de Humedad de los Agregados:		
Agregado fino	-5.25	lt/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	-1.47	lt/m <sup>3</sup>
<b>Total</b>	<b>-6.72</b>	<b>lt/m<sup>3</sup></b>
Agua Efectiva	222.72	lt/m <sup>3</sup>
Los pesos de los materiales ya corregidos serán:		
Cemento	386.40	Kg/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva	222.72	lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	789.24	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	918.80	Kg/m <sup>3</sup>
<b>Total</b>	<b>2326.16</b>	

**Fuente:** Informe del laboratorio – Anexo 4

**Descripción:** en la tabla 10. Se ubican la corrección por humedad de los áridos fino y grueso, humedad superficial, aportes de humedad de los agregados, los pesos de los materiales ya corregidos tanto de los áridos fino y grueso como la del cemento y agua.

**Proporción en peso:**

1	2.07	2.38	0.58
---	------	------	------

**Tabla 11:** Pesos por tandas de un saco

Cemento:	42.5	Kg/saco
Agua Efectiva:	24.50	lt/saco
Agregado Fino Húmedo:	87.80	Kg/saco
Agregado Grueso Húmedo:	101.06	Kg/saco

**Fuente:** Informe del laboratorio – Anexo 4

**Tabla 12:** Pesos por pie cubico

Agregado Fino Húmedo:	18.86	Kg/pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo:	22.68	Kg/pie <sup>3</sup>

**Fuente:** Informe del laboratorio – Anexo 4

**Descripción:** En la tabla 11 y 12. Se observa los pesos tanto por pie cubico como por tandas de un saco, obteniendo los pesos de cada material a emplear en el diseño de mezcla.

**Tabla 13:** Dosificación en volumen

Cemento:	1.00 pie <sup>3</sup>
Agregado Fino Húmedo:	2.07 pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Húmedo:	2.49 pie <sup>3</sup>

**Fuente:** Informe del laboratorio – Anexo 4

**Descripción:** En la tabla 13. Se observa la dosificación en volumen para los materiales (cemento, agregado fino húmedo y agregado grueso húmedo) a emplear en el diseño de mezcla.

**Dosificación:**  **1: 2.07: 2.49: 24.50 Its**

**Tabla 14:** cálculo de cantidad de materiales

Descripción	Dosificación	Relación	Cemento	Escoria Siderúrgica	Arena	Piedra chancada	Agua
		a/c					
<b>PATRÓN</b>	<b>1:2.07:2.49:24.50</b>	0.56	1.79	0	4.74	4.95	1.10
<b>10%</b>	<b>1:2.07:2.49:24.50</b>	0.56	1.79	0.50	4.74	4.46	1.10
<b>15%</b>	<b>1:2.07:2.49:24.50</b>	0.56	1.79	0.74	4.74	4.21	1.10

**Fuente:** Informe del laboratorio – Anexo 4

**Interpretación:** En la tabla 14. Se contempla la dosificación obtenida con respecto a la relación agua – cemento, que fue obtenida por el diseño de mezcla para un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, realizado en el laboratorio GEOLAB, brindando la cantidad requerida de cada material a usar tanto para el concreto patrón como para los concretos experimentales al 10% y 15% de escoria siderúrgica.

**4.2. Determinar y comparar las resistencias a la compresión de probetas de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  al sustituir el agregado grueso en 10% y 15% por escoria siderúrgica a los 7, 14 y 28 días de curado**

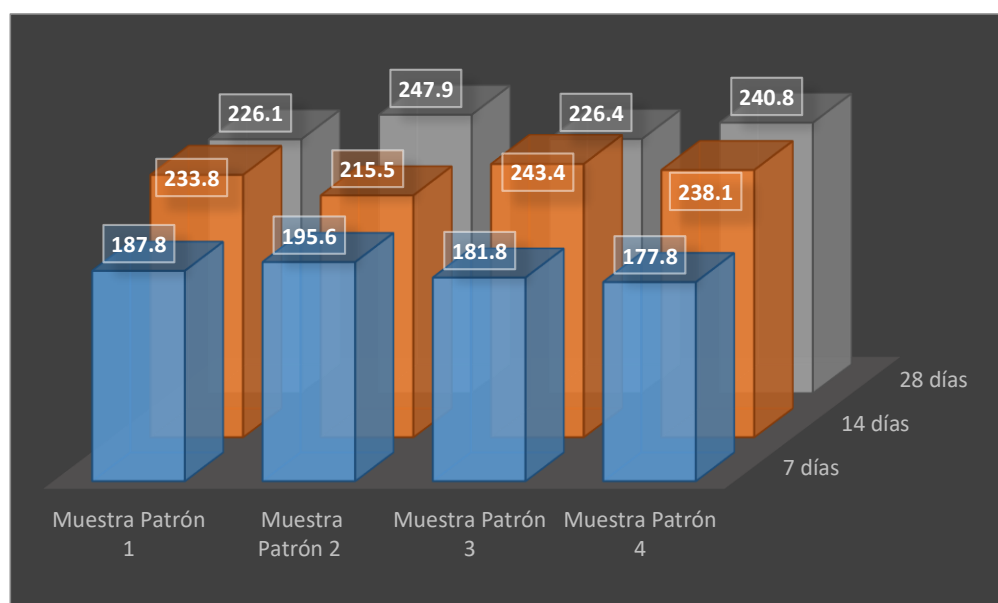
**Segundo objetivo específico:** Determinar la resistencia a la compresión del concreto patrón y experimental. Para ser realizado este segundo objetivo, se tuvo las siguientes indicaciones, las probetas luego de ser fabricadas, se le realizó el curado correspondiente durante 7, 14 y 28 días, lo cual nos indica la norma ACI 318-05 (2005, p.59), donde es sumergida en un recipiente de agua que cubra a estas en su totalidad, para lograr la mayor resistencia posible, luego de permanecer con agua durante los días establecidos, se procede a retirar del recipiente para dejarlo secar durante 24 horas antes de ser usadas.

**Tabla 15:** Ensayo de resistencia a la compresión de probetas de concreto patrón.

Serie N°	Fecha		Tipo de Concreto	Edad (días)	Slump (pulg.)	Lectura Dial (kg.)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia Promedio kg/cm <sup>2</sup>
	Moldeo	Rotura							
1	3/09/2021	10/09/2021	210	7	4	33190	176.72	187.8	185.8
2	3/09/2021	10/09/2021	210	7	4	34570	176.72	195.6	
3	3/09/2021	10/09/2021	210	7	4	32130	176.72	181.8	
4	3/09/2021	10/09/2021	210	7	4	31420	176.72	177.8	
5	3/09/2021	17/09/2021	210	14	4	41310	176.72	233.8	232.7
6	3/09/2021	17/09/2021	210	14	4	38090	176.72	215.5	
7	3/09/2021	17/09/2021	210	14	4	43020	176.72	243.4	
8	3/09/2021	17/09/2021	210	14	4	42070	176.72	238.1	
9	3/09/2021	1/10/2021	210	28	4	39950	176.72	226.1	235.3
10	3/09/2021	1/10/2021	210	28	4	43810	176.72	247.9	
11	3/09/2021	1/10/2021	210	28	4	40010	176.72	226.4	
12	3/09/2021	1/10/2021	210	28	4	42560	176.72	240.8	

**Fuente:** Informe del laboratorio – Anexo 8

**Gráfico 4:** Resistencia a la compresión de probetas de concreto patrón.



**Fuente:** Informe del laboratorio – Anexo 8

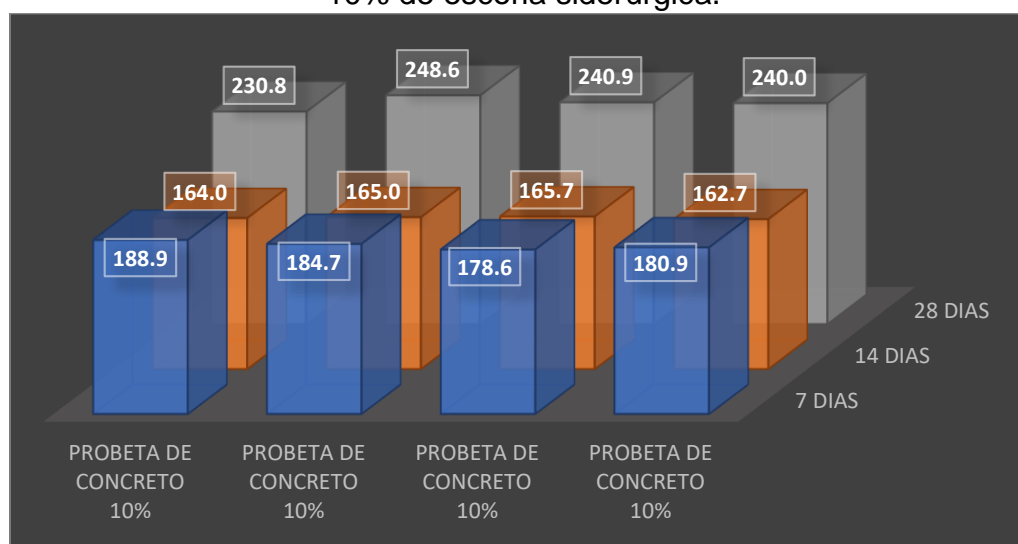
**Interpretación:** En la tabla 15 y en el gráfico 4. Se observa las resistencias a la compresión de las muestras patrón obtenidas a los 7, 14 y 28 días de curado, alcanzando las resistencias de 185.8 kg/cm<sup>2</sup>, 232.7 kg/cm<sup>2</sup> y 235.3 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, en el cual se visualiza que la probeta patrón alcanza el 112% del diseño.

**Tabla 16:** Ensayo de resistencia a la compresión de probetas de concreto con 10% de escoria siderúrgica.

Serie N°	Fecha		Tipo de Concreto	Edad (días)	Slump (pulg.)	Lectura Dial (kg.)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia Promedio kg/cm <sup>2</sup>
	Moldeo	Rotura							
1	6/09/2021	13/09/2021	210	7	4	33390	176.72	188.9	183.3
2	6/09/2021	13/09/2021	210	7	4	32640	176.72	184.7	
3	6/09/2021	13/09/2021	210	7	4	31560	176.72	178.6	
4	6/09/2021	13/09/2021	210	7	4	31970	176.72	180.9	
5	6/09/2021	20/09/2021	210	14	4	28980	176.72	164.0	164.3
6	6/09/2021	20/09/2021	210	14	4	29150	176.72	165.0	
7	6/09/2021	20/09/2021	210	14	4	29280	176.72	165.7	
8	6/09/2021	20/09/2021	210	14	4	28760	176.72	162.7	
9	6/09/2021	4/10/2021	210	28	4	40790	176.72	230.8	240.1
10	6/09/2021	4/10/2021	210	28	4	43930	176.72	248.6	
11	6/09/2021	4/10/2021	210	28	4	42570	176.72	240.9	
12	6/09/2021	4/10/2021	210	28	4	42410	176.72	240.0	

**Fuente:** Informe del laboratorio – Anexo 8

**Gráfico 5:** Resistencia a la compresión de probetas de concreto con 10% de escoria siderúrgica.



**Fuente:** Informe del laboratorio – Anexo 8

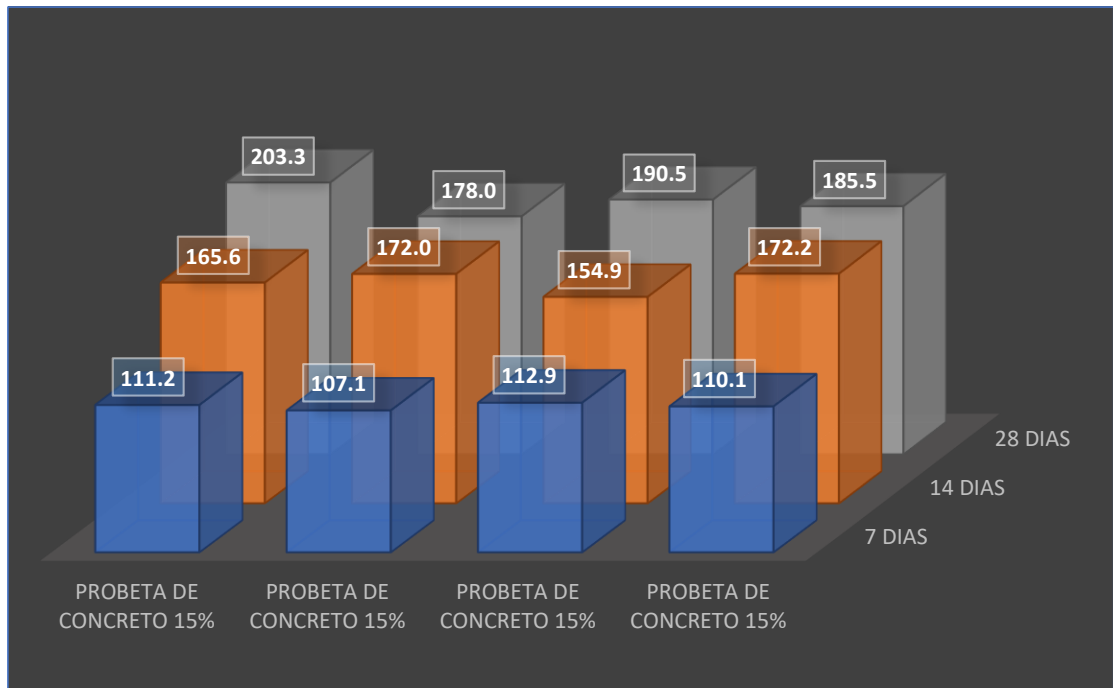
**Interpretación:** En la tabla 16 y en el gráfico 5. Se observa las resistencias a la compresión de la probeta patrón al sustituir el agregado grueso por escoria siderúrgica para las edades de 7, 14 y 28 días, alcanzando las resistencias de 183.3 kg/cm<sup>2</sup>, 164.3 kg/cm<sup>2</sup> y 240.1 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, donde se visualiza que la probeta experimental al 10% alcanza el 114.3% del diseño.

**Tabla 17:** Ensayo de resistencia a la compresión de probetas de concreto con 15% de escoria siderúrgica.

Serie Nº	Fecha		Tipo de Concreto	Edad (días)	Slump (pulg.)	Lectura Dial (kg.)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia Promedio kg/cm <sup>2</sup>
	Moldeo	Rotura							
1	8/09/2021	15/09/2021	210	7	4	19650	176.72	111.2	110.3
2	8/09/2021	15/09/2021	210	7	4	18920	176.72	107.1	
3	8/09/2021	15/09/2021	210	7	4	19950	176.72	112.9	
4	8/09/2021	15/09/2021	210	7	4	19460	176.72	110.1	
5	8/09/2021	22/09/2021	210	14	4	29260	176.72	165.6	166.2
6	8/09/2021	22/09/2021	210	14	4	30400	176.72	172.0	
7	8/09/2021	22/09/2021	210	14	4	27370	176.72	154.9	
8	8/09/2021	22/09/2021	210	14	4	30430	176.72	172.2	
9	8/09/2021	6/10/2021	210	28	4	35920	176.72	203.3	189.3
10	8/09/2021	6/10/2021	210	28	4	31460	176.72	178.0	
11	8/09/2021	6/10/2021	210	28	4	33670	176.72	190.5	
12	8/09/2021	6/10/2021	210	28	4	32790	176.72	185.5	

**Fuente:** Informe del laboratorio – Anexo 8

**Gráfico 6:** Resistencia a la compresión de probetas de concreto con 15% de escoria siderúrgica.



**Fuente:** Informe del laboratorio – Anexo 8

**Interpretación:** En la tabla 17 y en el gráfico 6. Se visualiza las resistencias a la compresión de la probeta patrón al sustituir el agregado grueso por escoria siderúrgica para las edades de 7, 14 y 28 días, alcanzando las resistencias de 110.3 kg/cm<sup>2</sup>, 166.2 kg/cm<sup>2</sup> y 189.3 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, donde se observa que la probeta experimental al 15% alcanza el 90.2% del diseño.

### Comparación de las Resistencias a la Compresión del Concreto Patrón y Experimentales

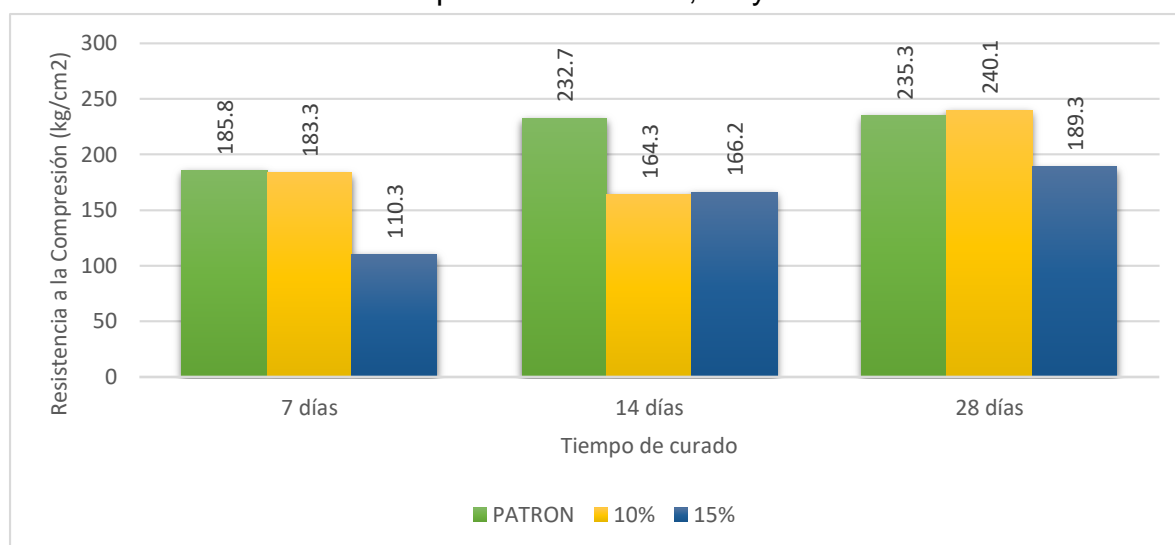
**Tabla 18:** Resumen de resistencia a la compresión.

DÍAS	PATRÓN 0%	EXPERIMENTAL AL 10%	EXPERIMENTAL AL 15%
7 días	185.8	183.3	110.3
14 días	232.7	164.3	166.2
28 días	235.3	240.1	189.3



**Fuente:** Informe del laboratorio – Anexo 6

**Gráfico 7:** Promedio resistencia a la compresión del concreto patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días.



**Fuente:** Informe del laboratorio – Anexo 8

**Descripción:** En el gráfico 7 muestra la variabilidad de la resistencia a la compresión entre las muestras patrón y experimental 10% y 15% de escoria siderúrgica para las edades de 7, 14 y 28 días. Las muestras patrón de 7, 14 y 28 días alcanzan las resistencias a la compresión de 185.8 kg/cm<sup>2</sup>, 232.7 kg/cm<sup>2</sup> y 235.3 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; a diferencia de las muestras experimental al 10% de escoria siderúrgica obtuvo las resistencias a la compresión de 183.3 kg/cm<sup>2</sup>, 164.3 kg/cm<sup>2</sup> y 240.1 kg/cm<sup>2</sup> para las edades de 7, 14 y 28 días de curado; de la misma manera, las muestras experimentales al 15% de escoria siderúrgica alcanza las resistencias de 110.3 kg/cm<sup>2</sup>, 166.2 kg/cm<sup>2</sup> y 189.3 kg/cm<sup>2</sup> para las edades de 7, 14 y 28 días correspondiente. Los resultados mostraron que luego de que el concreto experimental fue reemplazado con escoria siderúrgica al 10% y 15%, se obtuvo un mejor desempeño de resistencia a la compresión a los 28 días. Asimismo, concluimos que los resultados obtenidos de las muestras experimentales solo el diseño de mezcla con escoria siderúrgica al 10% supera la resistencia en comparación con la muestra patrón.

### 4.3. Prueba de Hipótesis

Ante la problemática propuesta se indica que el 10% y el 15% del agregado grueso sea reemplazado por escoria siderúrgica, teniendo una mejora a la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

H1: Presentan cambios positivos en mejoría de la resistencia del concreto sustituyendo el 10% y 15% de escoria del concreto.

H0: No presentan cambios positivos en mejoría de la resistencia del concreto sustituyendo el 10% y 15% de escoria del concreto.

**Tabla 19:** ANOVA UN FACTOR

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	24236.41	2	12118.21	11.90	0.000128203	3.285
Dentro de los grupos	33595.78	33	1018.05			
Total	57832.19	35				

**Fuente:** Software Excel, 2021 – Anexo 13

**Interpretación:** De acuerdo a la Tabla 19 se muestra que el grado de significancia es menor a 0.05 por lo tanto acepto H1 y rechazo H0. Debido a esto, el método TUKEY fue aplicado, porque los tamaños de las diferentes muestras son similares, y así analizar la diferencia en la media aritmética entre los dos grupos.

**Así mismo se realizó la prueba de TUKEY TSD para comprobar la diferencia de las medias.**

**Tabla 20:** Diferencia de media en resistencia a compresión a los 7 días

	CP	10%	15%
CP		22.017	62.642
10%	-22.017		40.625
15%	-62.642	-40.625	

**Fuente:** Software Excel, 2021 – Anexo 13

**Descripción:** Como se puede apreciar en la Tabla 20, se muestra que en cada grupo existen diferencias significativas (HSD) de 31.68. Así mismo, la muestra patrón aumento a 22.017 kg/cm<sup>2</sup> comparándolo con la adición del 10% de escoria, bajo el mismo criterio, la muestra patrón aumento su resistencia en un 62.642 kg/cm<sup>2</sup> comparándolo con la adición del 15% de escoria.

**Tabla 21:** Diferencia de media de la muestra experimental al 10%

	CP	10%	15%
CP		22.017	62.642
10%	-22.017		40.625
15%	-62.642	-40.625	

**Fuente:** Software Excel, 2021 – Anexo 13

**Descripción:** Como se puede apreciar en la Tabla 21, se muestra que en cada grupo existen diferencias significativas (HSD) de 31.68. Así mismo, la muestra experimental al 10% disminuyo a 22.017 kg/cm<sup>2</sup> comparándolo con la muestra patrón, bajo el mismo criterio, la muestra experimental al 10% aumento su resistencia en un 40.625 kg/cm<sup>2</sup> comparándolo con la adición del 15% de escoria.

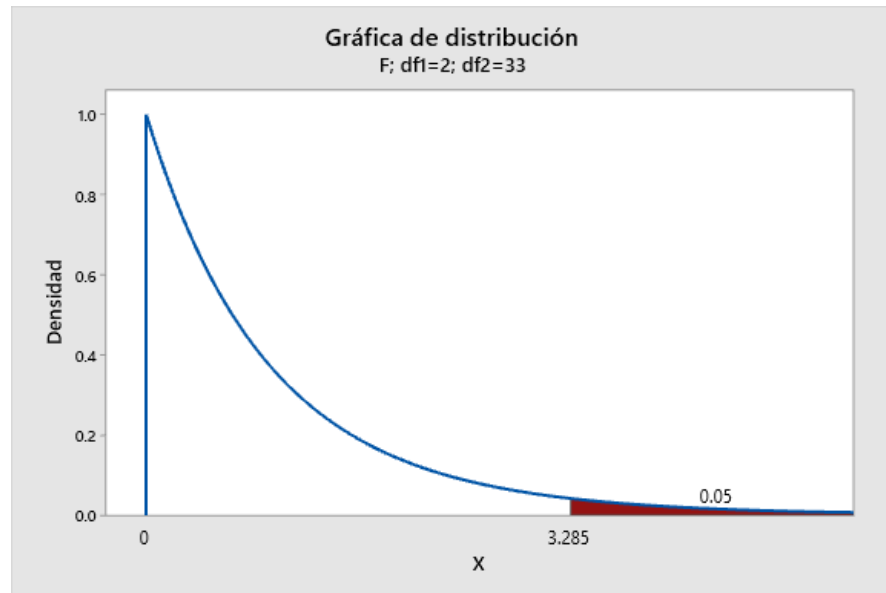
**Tabla 22:** Diferencia de media de la muestra experimental al 15%

	CP	10%	15%
CP		22.017	62.642
10%	-22.017		40.625
15%	-62.642	-40.625	

**Fuente:** Software Excel, 2021 – Anexo 13

**Descripción:** Como se puede apreciar en la Tabla 22, se muestra que en cada grupo existen diferencias significativas (HSD) de 31.68. Así mismo, la muestra experimental al 15% disminuyo a 62.642 kg/cm<sup>2</sup> comparándolo con la muestra patrón, bajo el mismo criterio, la muestra experimental al 15% disminuyo su resistencia en un 40.625 kg/cm<sup>2</sup> comparándolo con la adición del 10% de escoria.

**Gráfico 8:** Curva de Fisher



**Fuente:** Software Minitab, 2021 – Anexo 13

**Descripción:** En el gráfico 8, se confirma el valor crítico para F de 3.285 obtenido en la tabla 18, resultante de las interacciones de los grados de libertad. Ante lo expuesto, se verifica que el valor crítico 3.285 obtenido es menor al valor F de 11.90, lo cual está en la zona de rechazo, por lo cual se rechaza la hipótesis Nula ( $H_0$ ) y se acepta la Hipótesis alternativa ( $H_1$ ). Por lo tanto, se concluye que al nivel de significancia del 5% de la resistencia promedio alcanza en la unidad de medida del concreto patrón (sin reemplazo) y el concreto experimental con sustitución de escoria al 10% y 15% son similares. El concreto experimental reemplazado con 10% de escoria tiene una mayor resistencia a la compresión.

## V. DISCUSIÓN

De acuerdo a la investigación se estableció la resistencia del concreto  $F_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, reemplazando 10% y 15% del agregado grueso por escoria siderúrgica de SIDERPERU, empleando datos obtenidos en tres aspectos los cuales son la patrón, en 10% y 15%, para comparar la mejor resistencia del concreto de acuerdo a su porcentaje experimental, por esta razón, esta investigación se fundamentó, en la realización de pruebas en el laboratorio GEOLAB, en el cual, fue posible determinar el desempeño de la resistencia del concreto de acuerdo con la intervención desarrollada en el marco teórico antes mencionado y la normatividad ASTM (D422, D 2216, C566, C 29-91, C136, C127-128, C39-99) actualmente vigente.

Asimismo, para la investigación se empleó la escoria de la empresa SiderPerú, el árido fino de la cantera “La Cumbre” para la extracción del árido grueso de la cantera “Piedra Lisa”, para ser usado en la elaboración de las probetas experimentales, fabricados en el laboratorio de “GEOLAB” con sus respectivas probetas con la forma de un cilindro recto de 15 cm de diámetro y 30 cm de alto, las cuales se almacenan durante 28 días. Luego, se analizó y discutió estos resultados para compararlos con los objetivos establecidos.

Con el fin de establecer la resistencia a la compresión  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> en muestra patrón y experimentales a los 7, 14 y 28 días, se ejecutó el diseño de mezcla en el laboratorio GEOLAB para emplear las cantidades requeridas de los agregados utilizados en la elaboración del concreto, después, se adquirió las resistencias del concreto patrón a los 7 días fue 185.8 kg/cm<sup>2</sup>, en la edad de 14 días fue 232.7 kg/cm<sup>2</sup> y por último a los 28 días alcanzó 235.3 kg/cm<sup>2</sup>; pero las resistencias a los 28 días de la sustitución del 10% logró 240.1 kg/cm<sup>2</sup> y la sustitución del agregado grueso en un 15% consiguió 189.3 kg/cm<sup>2</sup> siendo menor al concreto patrón de 235.3 kg/cm<sup>2</sup>. Este resultado se asemeja al estudio realizado por Aquino (2019), en la cual, se demostró resultados tanto favorables como desfavorables, existiendo resistencias por debajo del diseño patrón.

Asimismo, la metodología realizada en el proceso de la investigación, se manejó de acuerdo a los procesos requeridos a través del ASTM realizados en el laboratorio y acatando la dosificación registrada en el diseño de mezcla, elaborados en probetas experimentales con instrumentos calibrados. Por ende, fue una fortaleza contar con un material reutilizable como la escoria siderúrgica sabiendo que es favorable para ser empleados como material en el sector construcción.

Por otro lado, se presentó debilidades en la investigación, como retrasos en la obtención de la escoria siderúrgica debido a que se tuvo que solicitar la donación de dicho material a la empresa SiderPerú y a su vez se obtuvo una repuesta tardía por parte de la empresa, por lo que se tuvo que llamar reiteradas veces al encargado de la donación para acelerar el proceso de obtención del material solicitado y de esta manera encontrar una forma de reutilizar la escoria siderúrgica y a la vez, reducir la contaminación ambiental que generan. Asimismo, Orduz y Ruiz (2021) realiza la reutilización de residuos metalúrgicos (escoria), al ser usado como agregado para la construcción, favorece la resistencia del concreto, y a la vez contribuye al cuidado del medio ambiente, reduciendo las excesivas explotaciones del subsuelo. Este material muestra un funcionamiento viable dentro del rango de resistencia y trabajabilidad, y promueve la calidad del concreto. Del mismo modo Kisku, Ansari, Panda, Nayak, & Dutta, (2017) plantea reducir el impacto ambiental y los costos de producción, debido a la coyuntura económica, las empresas interesadas en aspectos medioambientales invertirán en proyectos a largo plazo, que reducirán el costo de materiales cementantes, agregados, entre otros, y darán vida útil a estos subproductos de residuos metalúrgicos.

Después de realizar Anova en la prueba de hipótesis, el cual se aprecia en la tabla 1, se indica el resultado conseguido para el valor  $p < \alpha$  ( $0.000128 < 0.05$ ), señalando que las diferencias de medias de la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg / cm<sup>2</sup> sujetas a un antes y un después de reemplazar el 10% y el 15% del agregado grueso con escoria siderúrgica son similares. Es por esto que se realizó la prueba Tukey TDS para comprobar las diferencias de las medias, de la muestra patrón con las muestras experimentales al 10% y 15% de escoria

siderúrgica, lo cual se representa en la curva del valor encontrado de 3.285 a la "f" respectivo para un alfa ( $\alpha$ ) del 5%, por lo cual se declina la hipótesis Nula ( $H_0$ ) y se admite la Hipótesis alternativa ( $H_1$ ). Teniendo a la muestra experimental al 10% como el porcentaje óptimo a reemplazar el agregado grueso por escoria.

De acuerdo con la descripción detallada del Anova, se decidió realizar la curva de FISHER, mantenido similitud con el análisis anterior porque el valor crítico para F de 3.28 es menor en comparación con el valor F de 11.90, la cual se ubica en la zona de rechazo, es por esta razón, la hipótesis nula ( $H_0$ : No presenta cambios positivos en mejoría de la resistencia del concreto sustituyendo el 10% y 15% de escoria del concreto) se rechaza y por ende se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ : Presenta cambios positivos en mejoría de la resistencia del concreto sustituyendo el 10% y 15% de escoria del concreto).

De acuerdo con, Saavedra, Ramírez y Gutiérrez (2019), los resultados obtenidos de la prueba de resistencia a la compresión a los 28 días, es de  $f'c = 218.10 \text{ Kg/cm}^2$  y  $209.10 \text{ Kg/cm}^2$ , que está muy cerca de la resistencia proporcionada por el hormigón estándar de  $214.30 \text{ Kg/cm}^2$ . Comparada con los resultados de nuestra investigación, se obtuvo las siguientes resistencias a la compresión a los 28 días ( $235.3 \text{ kg/cm}^2$ ) superando el 100% respectivamente. Comparado con los resultados adquiridos del ensayo de resistencia a la compresión del concreto experimental del 10% de escoria, según la Tabla 14, expresan que a los 7 días de curado alcanzó una resistencia promedio de  $183.3 \text{ kg/cm}^2$ . Diferente de los resultados obtenidos a los 14 días ( $164.3 \text{ kg/cm}^2$ ) y 28 días ( $240.1 \text{ kg/cm}^2$ ) superaron el 85% y 100% respectivamente. Lo mismo ocurre con los resultados del ensayo de resistencia a la compresión del concreto experimental de 15% escoria, según la Tabla 15, lo cual, expresan que a los 7 días de curado obtuvo una resistencia promedio de  $110.3 \text{ kg/cm}^2$ . También se observa los resultados a los 14 días ( $166.2 \text{ kg/cm}^2$ ) y 28 días ( $189.3 \text{ kg/cm}^2$ ). Asimismo, del Gráfico 04 se observa que el concreto experimental con 15% de escoria siderúrgica presentó una resistencia menor a comparado del concreto experimental de 10%. Ante lo expresado, en comparación con la muestra patrón, se obtuvieron resultados satisfactorios en

las pruebas de resistencia a la compresión de las muestras experimentales, teniendo el 10% como porcentaje óptimo en la sustitución del agregado grueso por escoria.

En la investigación, se empleó la técnica de observación, al igual que Torres (2019) y Ramos (2018), debido a que es esencial para la recopilación de datos de los ensayos elaborados por los investigadores, para finalmente ser analizados por estos, tanto en su comportamiento y proceso, emitiendo sus resultados.

De manera similar, la investigación tiene una gran importancia en las ciencias sociales, porque se ha demostrado que la escoria siderúrgica se puede reutilizar para sustituir en cualquier insumo mencionado anteriormente en la investigación, empleando un porcentaje adecuado y de esta manera reducir la contaminación ambiental que generan. Asimismo, el uso de la escoria para la elaboración de un nuevo diseño de concreto es beneficioso para las ciudades del Perú donde cuentan con estas industrias metalúrgicas, siendo más factible la elaboración de dicho concreto anteriormente mencionado y a su vez resulta más rentable su fabricación en comparación con el concreto tradicional, esto se debe a que un concreto con escoria siderúrgica sustituyendo a unos de los materiales es menos costoso que en la de un concreto tradicional, obteniendo un ahorro en su fabricación.



## VI. CONCLUSIONES

- 6.1. Para la elaboración de las probetas experimentales, se empleó el diseño de mezcla de acuerdo al método de diseño 211 ACI, donde se empleó el cemento tipo I, con una resistencia de diseño 294 kg/cm<sup>2</sup> sin aire incorporado, obteniendo una dosificación en relación agua y cemento de 0.56
- 6.2. El concreto patrón obtuvo una resistencia promedio de 185.8kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días curados, en la edad de 14 días alcanzo un promedio de 232.7 kg/cm<sup>2</sup> y 28 días 235.3kg/cm<sup>2</sup>.

Lo mismo ocurre con los ensayos de la resistencia a la compresión de las probetas experimentales con un 10% de sustitución del agregado grueso por escoria siderúrgica, lo cual obtuvo una resistencia a los 7 días de 183.3 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días alcanzó un promedio de 164.3 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días logró 240.1 kg/cm<sup>2</sup>. De tal manera, se determinó con un 15% de sustitución del agregado grueso por escoria siderúrgica, en la edad de los 7 días se obtuvo 110.3 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días se adquirió 166.2 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días consiguió 189.3 kg/cm<sup>2</sup>.

- 6.3. En conclusión, para la sustitución del agregado grueso por escoria siderúrgica se buscó un porcentaje optimo mediante los ensayos de la resistencia a la compresión entre las probetas experimentales, la cual fue la sustitución del 10% de escoria siderúrgica, que obtuvo un promedio favorable de 240.1 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado; sin embargo, la probeta experimental con sustitución de 15% de escoria siderúrgica no fue favorable en la investigación ya que obtuvo una resistencia de 189.3 kg/cm<sup>2</sup> lo cual no superó al concreto patrón 235.3 kg/cm<sup>2</sup>. Por ende, se concluyó que la resistencia del concreto  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, en sustitución del 10% y 15% del agregado grueso por escoria siderúrgica fueron de 240.1 kg/cm<sup>2</sup> y 235.3 kg/cm<sup>2</sup>, en donde solo la sustitución del 10% del agregado grueso por escoria siderúrgica alcanzó superar la resistencia del concreto patrón.

## VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los investigadores

- 7.1. Realizar el procedimiento del ensayo de acuerdo a lo estipulado en las normas técnicas especificadas ASTM C39 y establecidas para llegar a obtener resultados favorables, así mismo, se recomienda utilizar las normas vigentes y el uso del manual del Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.
- 7.2. Reutilizar los materiales reciclables, como también el material sobrante incluidos en la elaboración del diseño de mezcla, para así contribuir con el medio ambiente, dejando de sobreexplotar los subsuelos que promueven las canteras que ocasionan una contaminación ambiental.
- 7.3. Si utilizan en su investigación el material de escoria siderúrgica, hacer sus solicitudes anticipadas a las empresas que cuenten con este material, ya que el proceso para la donación es tardío de unos 2 a 3 meses.

Se recomienda a la universidad

- 7.4. De promover e incentivar el interés de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil a que tomen conciencia del uso de materiales reutilizables que refuercen a los materiales de construcción, así mismo, ayudar en la mejora de su economía.

## REFERENCIAS

1. AQUINO, Randy. Análisis mecánico del concreto de mediana resistencia usando escoria de acero como agregado grueso y microsílíce - Chimbote 2019. Tesis. Chimbote: Universidad César Vallejo, 2019.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/48771>

2. AMERICAN Journal of Chemistry and Materials Science. Review on Novel Application of Slag Fluxes and. USA: Open science. 2016, 04 pp. [fecha de consulta: 06 de junio de 2020]. Disponible en: <https://n9.cl/6q3b>

3. AMERICAN Society for Testing and Materials (ASTM). Technical stander's C39. United States. 2015. Disponible de: <https://acortar.link/edrGDu>

4. ASTM Internacional. (2014). ASTM INTERNATIONAL.

Disponible de: <http://www.astm.org/>

5. BOZA, Maile, Utilización de las escorias de acería como material de construcción. Revista: Ciencia & Futuro, (Vol.1, N°4), 2011.

Disponible en: <https://n9.cl/regkr>

6. CARRASCO, Luis y MARTÍNEZ, Deiby. Determinación del porcentaje óptimo de escoria de acerías en la mejora de la resistencia a la compresión y al ataque de cloruros del concreto de alto desempeño. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2019.

Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12740>

7. CASTAÑO RUIZ J. y CUATAS OSPINAS J.L. Control De Colocación De Concreto En Obra. Tesis. Especialización En Ingeniería De La Construcción, Medellín: Universidad De Medellín, 2016.

Disponible:

[https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/2165/TG\\_EIC\\_8.pdf?sequence=1](https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/2165/TG_EIC_8.pdf?sequence=1)

8. CAYSAHUANA, Tania. TECNOLOGÍA del Concreto. [En línea] 2015. [Citado el: 01 de octubre de 2017.]

Disponible en: <http://tecnologia17118.blogspot.com/>

9. CHUMIOQUE, Katherine; VILLEGAS, Linda. Resistencia a la Compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> al sustituir el cemento por ceniza de concha de abanico y bagazo de caña de azúcar, Tesis. (Título de ingeniero Civil). Perú. Universidad César Vallejo, 2019. 23pp.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/45920>

10. HART, Abarasi. Mini-review of waste Shell-derived materials' applications [En línea]. Junio - julio 2019, [Fecha de consulta: 11 de junio de 2020].

Disponible en:

<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0734242X19897812>.

11. HILARIO, Marvin. Resistencia de un concreto con cemento sustituido parcialmente por lodo de papel y concha de abanico. Tesis (título de ingeniero civil). Perú. Universidad San Pedro, 2018.3pp.

Disponible en: <https://cutt.ly/khjkmb9>

12. JANARTHANAN, Anne, An experimental investigation on copper slag as replacement of fine aggregate in concrete, International journal of civil engineering and technology [En línea] vol. 7, November-December 2016, p.282-289 [Fecha de consulta: 9 de Julio de 2021].

Disponible en: <https://n9.cl/xbz3r>

13. KISKU, N. J., Ansari, M., Panda, S. K., Nayak, S., & Dutta, S. C. A critical review and assessment for usage of recycled aggregate as sustainable construction material. Article Construction and Building Materials, (2017). Volumen 131, pp. 721-740

Disponible: <https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2016.11.029>

14. M. Ospina, L. Moreno y K. Rodríguez. "Análisis Técnico-Económico del Uso de Concreto Reciclado y el Concreto Convencional en Colombia". Revista En Desarrollo e Innovación en Ingeniería, Agosto 2017, Capítulo 46, pp. 656-673.

Disponible en:

[https://www.ingeniare.cl/index.php?option=com\\_ingeniare&view=va&aid=757&vid=103&lang=es](https://www.ingeniare.cl/index.php?option=com_ingeniare&view=va&aid=757&vid=103&lang=es)

15. SADEK, Dina. Article Physico-mechanical properties of solid cement bricks containing recycled aggregates. Cairo University. 2016, 1 pp.

Disponible en: <https://n9.cl/1zabs>

16. MORENO, Luis; OSPINA, Miguel; RODRIGUEZ; Kelly. Resistencia de concreto con agregado de bloque de arcilla triturado como reemplazo de agregado grueso. Ingeniare. Rev. chil. ing. vol.27 no.4 Arica dic. 2019.

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052019000400635>.

17. MOHAMED, ABDELLATIF y FAOUAZ. Physical characterization of sea shell for a concrete formulation. [en línea]. Volumen 8, 2017 p. 332-337

Disponible en: <https://cutt.ly/Phn7pZu>

18. MORAMPUDI, Rahul, YAJDANI, Shaik y ANIL, Korrapati. An experimental investigation on the properties of concrete by replacing fine aggregate with copper slag. Article, 2349-784, 2017.

Disponible en: <https://n9.cl/6b75q>

19. MUÑOZ, A, TORRES, N y GUZMAN, A. Assessment of a mortar with recycled aggregate from a concrete improved by carbonation: A look to a sustainable construction. Construction Engineering Magazine, vol 34:25-32, 2018.

Disponible en: <https://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/view/842>

20. Norma ASTM C33-03, Especificación estándar para agregados para concreto.

Disponible en: <https://acortar.link/Mq1Ysh>

21. NTP 339.034. (2015). CONCRETO. Ensayo normalizado para determinar la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas, Perú.

Disponible en: <https://acortar.link/yl5MWo>

22. NTP 339.035. (2015). CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland, Perú.

Disponible en: <https://acortar.link/GrTC9d>

23. ORDUZ, Paula y Ruiz, Dubieth. Residuos minerales, industriales y de siderurgia, y su implementación en la elaboración de materiales de construcción en el departamento de bocayá desde experiencias a nivel nacional e internacional. Boyacá: Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, 2021.

Disponible en: <http://hdl.handle.net/11634/33677>

24. PAPAYIANNI, I. y Anastasiou, E. Production of high-strength concrete using high volume of industrial by-products. Construction and Building Materials. 2010; 24: 1412- 1417 pp. [fecha de consulta: 2 de agosto de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/dpyub>

25. Pozzolanic benefit of fly ash and steel slag blends in the development of uniaxial compressive strength of lime stabilized soil por JIJO James [et al]. Revista facultad de ingeniería [en línea]. Diciembre 2018. Vol. 27. [Fecha de consulta: 18 de junio de 2019].

Disponible en: <http://doi.org/10.19053/01211129.v27.n49.2018.8544>

26. RONDON, Alexander, MUNIZ, Marcio y REYES, Alberto. Uso de escorias de alto horno y acero en mezclas asfálticas: revisión. Colombia: Universidad de Medellín, 2018.

Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v17n33/1692-3324-rium-17-33-71.pdf>

27. RAMOS, Brigitte. Resistencia a la compresión de un concreto sustituyendo el cemento por 2% de pata de mula y 6% de arcilla. Chimbote: Universidad San Pedro, 2018.

Disponible en: <https://n9.cl/1tsy>

28. REYES, Santiago y VILLIGUA, Carlos. (2019). Diseño de Concreto Utilizando Escoria de Acero Para Vigas. Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

Obtenido de: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/3498>

29. RIVVA, Enrique. Diseño de mezclas, (2da ed.), Perú. Instituto de la Construcción y Gerencia-IGG, 2014, p.33.

Disponible en: <https://n9.cl/ckyws>

30. SAGASTUME, A., Cabello, J., Gaviria, C., Caneghem, J., & Vandecasteele, C. Improved selection of the functional unit in the environmental impact assessment of cement. Journal of cleaner production.168 (2017)463-473.

Disponible: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.007>

31. SEKARAN, Alan. A Study on Suitability of EAF Oxidizing Slag in Concrete: An EcoFriendly and Sustainable Replacement for Natural Coarse Aggregate. 2015. Disponible en: <https://n9.cl/qtu9j>

32. SETIÉN, J., D. HERNÁNDEZ, y J. GONZALEZ. Caracterization of Ladle Fumace Basic Slag for Use as a Construction Material. Construction and Building Materials, 2009. [fecha de consulta: 10 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://n9.cl/xmcnx>

33. SLEIMAN, Issa, MD, Islam. Specimen and aggregate size effect on concrete compressive strength. Diciembre 2000 n° 22 [fecha de consulta: 10 de octubre 2018]. Disponible en: <https://cutt.ly/JhWOaQf>
34. SRIDEVI, M. y MAHESH, Y. The behavior of concrete by partial replacement of fine aggregate and cement with copper slag: an experimental study. 2321-0613, 2017.
- Disponible en: <https://n9.cl/4cs7n>
35. SANCHEZ, Diego. Tecnología del concreto y del mortero [en línea]. 3.a ed. Colombia: Quebecor World Bogotá, S.a., 1996 [fecha de consulta: 01 de octubre de 2018].
- Disponible en: <https://cutt.ly/DhhL9p4>
36. The Influence of Microbial Agent on the Mineralization Rate of Steel Slag por Huhe Yi y Chun-Xiang Qian. Hindawi [en línea] 25 de diciembre de 2018. Vol. 2018. [Fecha de consulta: 18 de junio de 2019].
- Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/amse/2018/5048371/>
37. TORRES, Keyller. Evaluación de las propiedades del concreto adicionado con escoria de acero para una resistencia de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> en Chiclayo-Lambayeque. Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2019.
- Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/38446>
38. TORRES, Alan. Influencia del residuo metálico en la resistencia a la compresión del concreto, en el distrito de Ate, Lima – 2019. Una revisión de la literatura científica. Lima: Repositorio de la Universidad Privada del Norte, 2019.
- Disponible en: <http://hdl.handle.net/11537/24154>
39. UCHECHI, Eziefula, JHON, Ezeh y BENNET, Eziefula. Properties of seashell aggregate concrete: A review [En línea]. Julio – octubre 2018, [Fecha de consulta: 20 de diciembre de 2018].



Disponible en: <https://n9.cl/bbxx>

40. UREÑA, Maritza y LAICA, Darío. Análisis de la resistencia a compresión del hormigón al reemplazar parcialmente el agregado fino por escoria siderúrgica de horno eléctrico. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil, 2018.

Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/28769>

41. VALENCIA, William, ANGULO, Daniela y MEJIA, Ruby. Resistencia química de concretos de activación alcalina ceniza volante/ escoria: Sulfatos y ácidos. *Informador Técnico*, 82(1), 2018, p.67-77.

Disponible en: <https://doi.org/10.23850/22565035.1351>

42. YU, Xin. Concrete Made with steel slag and waste glass and its application in concrete- filled steel tubular columns. Tesis (Doctor en la filosofía). Sydney, Australia: Universidad Western Sydney, Centro de Ingeniería de Infraestructura, 2017. 5,186 pp.

Disponible en: <https://n9.cl/6tv47>

43. ZELADA, Rolando. Valoración económica de la escoria de horno eléctrico de SIDERPERU como producto alternativo a la piedra cantera en el sector construcción. Tesis (Maestro en ciencias). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. 2016, 46 pp.

Disponible de:

<https://n9.cl/2s5pv>

44. ZHAO, Li-hua, WEI, Wei, BAI, Hao, ZHANG, X y CANG, D. Synthesis of steel slag ceramics: Chemical composition and crystalline phases of raw materials. Article, 325-333, 2015. *Revista Internacional de Metalurgia y Materiales de Minerales* 22 (3), p.325.

Disponible en: <https://n9.cl/7pfxk>

**ANEXO**

**ANEXO 1: MATRIZ DE  
OPERACIONALIZACIÓN DE  
VARIABLE DEPENDIENTE**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Resistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	<p>La resistencia del hormigón se determina como el esfuerzo máximo que el material puede soportar sin romperse. Está destinado principalmente a esfuerzos de compresión, este método se usa para ver el índice de calidad. (RIVVA, 2014, 33pp.).</p> <p>Se puede definir la Resistencia a la compresión como medida máxima de resistencia a carga axial de especímenes de concreto (ASTM C39, 2017, 6pp.)</p>	<p>El diseño de la mezcla se realiza para un hormigón convencional frente a un hormigón con sustitución de agregados gruesos por escoria siderúrgica, alcanzando una <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> a los 7, 14 y 28 días.</p> <p>La resistencia a la compresión es el grado máximo que puede soportar lo testigos de hormigón cargado axialmente. La unidad de informe es <math>\text{kg/cm}^2</math> y la prueba se realizará de acuerdo con la norma ASTM C39 y NTP 339.034</p>	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	Razón
				Resistencia a la tracción	

**ANEXO 2: MATRIZ DE  
OPERACIONALIZACIÓN DE  
VARIABLE INDEPENDIENTE**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Escoria siderúrgica	La escoria viene ser el residuo de las industrias siderúrgicas con respecto al sector construcción.	A través de la investigación experimental, debemos conocer las propiedades de la escoria siderúrgica, para luego reemplazar el 10% y 15% del agregado grueso con escoria siderúrgica.	Propiedades físico-químicas.	Forma y textura	Nominal
	Para BOZA, M. (2011) La escoria es el residuo de elementos químicos en la industria siderúrgica y minera (33pp.)			Absorción	Razón
				Granulometría	

# **ANEXO 3: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	POBLACIÓN Y MUESTRA	TIPO DE INVESTIGACIÓN
Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , sustituyendo el agregado grueso en 10% y 15% de escoria siderúrgica, Chimbote – 2021	¿Cuál es el resultado de reemplazar el 10% y el 15% del agregado grueso con escoria siderúrgica sobre la resistencia a la compresión del hormigón $f'c = 210\text{ kg / cm}^2$ ?	El propósito de este estudio es determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ , cuando se usa 10% y 15% de escoria siderúrgica en lugar del agregado grueso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar el diseño de mezcla de un concreto <math>f'c=210\text{ kg/cm}^2</math> según método ACI, empleando cemento tipo I y materiales de las canteras ubicadas en el departamento de Ancash.</li> <li>Determinar y comparar las resistencias a la compresión de probetas de concreto <math>f'c=210\text{ kg/cm}^2</math> al sustituir el agregado grueso en 10% y 15% por escoria siderúrgica a los 7, 14 y 28 días de curado.</li> </ul>	Ante la problemática propuesta se indica que el 10% y 15% del agregado grueso sea reemplazado por escoria siderúrgica, teniendo una mejora a la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ .	V. Independiente: Escoria Siderúrgica	Propiedades físico-químicas	Forma y textura  Absorción  Granulometría	P: La siguiente investigación se tomará al concreto. Según la norma técnica peruana (NTP).  M: Probetas de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	Aplicativo
					V. Dependiente: Resistencia de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión  Resistencia a la tracción		



# **ANEXO 4**

**Instrumentos de recolección de datos  
(Fichas técnicas) ASTM**

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



<b>OBRA:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO FC=210 KG/CM2, SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO EN 10% Y 15% DE ESCORIA SIDERURGICA CHIMBOTE - 2021	Registro N° :
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE	Muestreado por :
<b>TESISTAS:</b>	ULLOA PADILLA BRANDY JAVIER VALVERDE LOPEZ LUCERO PAOLA	Ensayado por : A.O.A.
<b>FECHA:</b>	SEPTIEMBRE DEL 2021	Turno : Diurno

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO 210 KG/CM2**  
METODO DE DISEÑO 211 ACI

**I. ESPECIFICACIONES:**

La resistencia de diseño a los 28 días es de :  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>,  
se desconoce el valor de la desviación estándar

**1.2 Materiales:**

**1.2.1 Cemento:**

- Cemento Tipo I
- Peso Específico 3.15 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 0.98 %
- Contenido de Humedad 0.32 %
- Módulo de Fineza 3.04
- Peso Suelto Seco 1489.93 Kg/m<sup>3</sup>
- Peso seco varillado 1680.48 Kg/m<sup>3</sup>

**1.2.3 Agregado Grueso:**

- Piedra Chancada Cantera: "PIEDRA LIZA"
- Tamaño máximo nominal 1/2"
- Peso seco varillado 1539.09 Kg/m<sup>3</sup>
- Peso Específico 2.76 gr/cm<sup>3</sup>
- Absorción 0.24 %
- Contenido de Humedad 0.08 %
- Peso Suelto Seco 1429.07 Kg/m<sup>3</sup>

**1.2.4 Agua**

Potable de la zona

**II. SECUENCIA DE DISEÑO**

**2.1 Resistencia Promedio a la compresion requerida (f'cr) cuando no hay datos disponibles para establecer una desviacion estandar de la muestrase tiene :**

F'c	F'cr
< 210 kg/cm <sup>2</sup>	+ 70 kg/cm <sup>2</sup>
210 - 350 kg/cm <sup>2</sup>	+ 84 kg/cm <sup>2</sup>
>350 kg/cm <sup>2</sup>	+ 96 kg/cm <sup>2</sup>

$f'_{cr} = f'_c + 84$

$294$  Kg/cm<sup>2</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: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wilz822@hotmail.com

## 2.2 Selección del Tamaño Máximo Nominal:

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

El tamaño máximo nominal es:  $1/2''$

## 2.3 Selección del Asentamiento:

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

## 2.4 Volumen Unitario de Agua:

Para una mezcla de concreto de 3" a 4" de asentamiento, sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de:  $1/2''$

El volumen unitario de agua es:  $216 \text{ lt/m}^3$

## 2.5 Contenido de Aire

Aire atrapado  $2.50 \%$

## 2.6 Relación Agua - Cemento

Para una resistencia de diseño:  $294 \text{ Kg/cm}^2$  sin aire incorporado

Relación Agua - Cemento es:  $0.559$  por resistencia

## 2.7 Factor Cemento:

Contenido de cemento:  $386.40 \text{ Kg/m}^3$   
 $9.09 \text{ bls/m}^3$

## 2.8 Contenido de Agregado Grueso:

Para un módulo de fineza =  $3.035$   
Tamaño máximo nominal =  $1/2''$   
Volumen Unitario Ag. Grueso =  $0.5965 \text{ m}^3$   
Peso Ag. Grueso  $918.07$

## 2.9 Cálculo de Volúmenes Absolutos:

Cemento:	$0.123 \text{ m}^3$
Agua:	$0.216 \text{ m}^3$
Aire atrapado	$0.025 \text{ m}^3$
Agregado Grueso	$0.333 \text{ m}^3$
Total =	$0.696 \text{ m}^3$

## 2.10 Contenido de Agregado Fino:

Vol. Absoluto Ag. Fino:  $0.304 \text{ m}^3$   
Peso Ag. Fino seco:  $795.69 \text{ Kg/m}^3$

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



**2.1 Valores de diseño:**

Cemento:	386.40 Kg/m <sup>3</sup>	
Agua de diseño:	216 lt/m <sup>3</sup>	
Agregado Fino seco:	795.69 Kg/m <sup>3</sup>	Agregado Fino%: 46.43
Agregado Grueso seco:	918.07 Kg/m <sup>3</sup>	Agregado Grueso %: 53.57

**2.1 Corrección por Humedad del Agregado:**

Agregado fino:	798.24 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso:	918.80 Kg/m <sup>3</sup>
Humedad Superficial de:	
Agregado fino:	-0.6600 %
Agregado grueso:	-0.1600 %

Aportes de Humedad de los Agregados:

Agregado fino:	-5.25 lt/m <sup>3</sup>
Agregado grueso:	-1.47 lt/m <sup>3</sup>
Total =	-6.72 lt/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva:	222.72 lt/m <sup>3</sup>

Los pesos de los materiales ya corregidos serán:

Cemento:	386.40 Kg/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva:	222.72 lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino:	798.24 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso:	918.80 Kg/m <sup>3</sup>
	2326.16

**2.1 Proporción en Peso:**

1	2.07	2.38	0.58
---	------	------	------

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

Cemento:	42.5 Kg/saco
Agua Efectiva:	24.50 lt/saco
Agregado Fino Humedo:	87.80 Kg/saco
Agregado Grueso Humedo:	101.06 Kg/saco

**2.2 Peso por pie cúbico del:**

Agregado Fino Humedo:	18.86 Kg/pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Humedo:	22.68 Kg/pie <sup>3</sup>

**2.2 Dosificación en Volumen:**

Cemento:	1.00 pie <sup>3</sup>
Agregado Fino Humedo:	2.07 pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso Humedo:	2.49 pie <sup>3</sup>

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES EIRL  
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

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

**Dosificación:**

1	2.07	2.49	24.50 lts
---	------	------	-----------

SE REALIZÓ UNA MEZCLA DE PRUEBA A FIN DE VERIFICAR LAS CARACTERISTICAS DEL PRESENTE DISEÑO, PARA EFECTUAR POSIBLES CORRECCIONES EN OBRA

# **ANEXO 5**

**Instrumentos de recolección de datos  
(Fichas técnicas) ASTM D 422**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**



# 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: Wilze822@hotmail.com

**OBRA** : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2,  
SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO EN 10% Y 15% DE ESCORIA SIDERÚRGICA  
CHIMBOTE - 2021

**UBICACION** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**SOLICITA** : ULLOA PADILLA BRANDY JAVIER  
VALVERDE LOPEZ LUCERO PAOLA

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2021

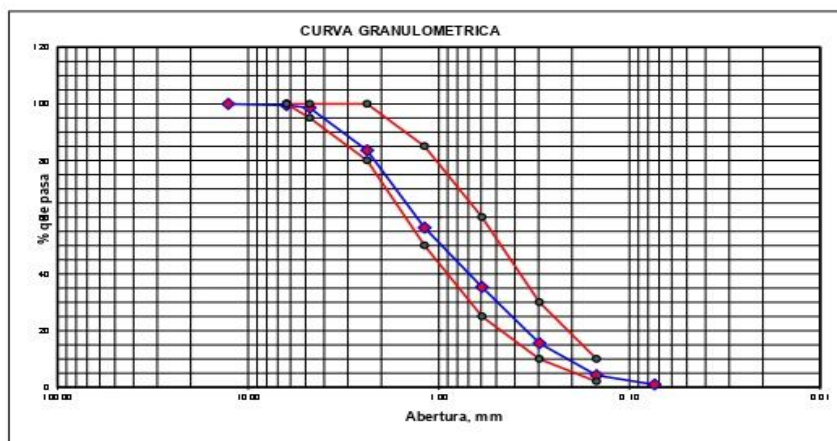
**MUESTRA** : ARENA GRUESA **CANTERA** : LA CUMBRE

## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	1357.700
Peso Lavado y Seco, [gr]	0.0

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa	Límites Permisibles	
				[Min]	[Max]
1"	25.400	-	-	-	-
3/4"	19.050	-	-	-	-
1/2"	12.700	0.000	100.00	-	-
1/4"	6.300	6.880	99.49	100.00	100.00
Nº 4	4.760	12.350	98.58	95.00	100.00
Nº 8	2.380	203.610	83.59	80.00	100.00
Nº 16	1.190	371.400	56.23	50.00	85.00
Nº 30	0.595	284.020	35.31	25.00	60.00
Nº 50	0.297	268.350	15.55	10.00	30.00
Nº 100	0.149	154.140	4.19	2.00	10.00
Nº 200	0.074	44.470	0.92	-	-
< Nº 200		12.480	0.00		

Módulo de Fineza	3.035
Tamaño Máximo (mm)	Nº 04 4.76



## 2. ENSAYO DEL PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO (NORMA ASTM C - 29 / NTP 400.017)

### PESO UNITARIO SUELTO

Procedimiento	Muestra		
	01	02	03
1. Peso de la Muestra Suelta + Molde [Kg]	13.110	13.085	13.085
2. Peso del Molde (Kg)	2.485	2.485	2.485
3. Peso de la Muestra Suelta (Kg)	10.625	10.600	10.600
4. Volumen del Molde (m3)	0.00712	0.00712	0.00712
5. Peso Aparente Suelto (Kg/ m3)	1492.28	1488.76	1488.76
6. Peso Aparente Suelto Promedio (Kg/ m3)	<b>1489.93</b>		

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Procedimiento	Muestra		
	01	02	03
1. Peso de la Muestra Compactada + Molde [Kg]	14.440	14.460	14.450
2. Peso del Molde (Kg)	2.485	2.485	2.485
3. Peso de la Muestra Compactada (Kg)	11.955	11.975	11.965
4. Volumen del Molde (m3)	0.00712	0.00712	0.00712
5. Peso Aparente Compactado (Kg/cm3)	1679.07	1681.88	1680.48
6. Peso Aparente Compactado Promedio (Kg/cm3)	<b>1680.48</b>		

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

*(Signature)*  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP Nº 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

### 3. GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION (ASTM C - 128 / NTP - 400.022)

Procedimiento	Muestra	Muestra	promedio
	01	02	
1. Peso de la fiola + Agua (gr)	1439.25	1440.10	-
2. Peso de la fiola + Agua + Muestra (gr)	1750.78	1749.91	-
3. Peso de la material superficialmente seca (gr)	500.00	500.00	-
4. Peso del material seco en el homo (gr)	495.10	495.23	-
5. Peso Especifico Aparente	2.63	2.60	2.62
6. Peso Especifico Nominal	2.70	2.67	2.68
7. Porcentaje de Absorción (%)	0.99%	0.96%	0.98%

### 4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara [gr]	12.30	25.11
2. Peso Tara + Suelo Húmedo [gr]	160.12	290.90
3. Peso Tara + Suelo Seco [gr]	159.65	290.05
4. Peso Agua [gr]	0.47	0.85
5. Peso Suelo Seco [gr]	147.35	264.94
6. Contenido de Humedad (%)	0.319%	0.321%
7. Contenido de Humedad Promedio [%]	0.320%	

CLASIFICACION	TIPO
Clasif. SUCS	SP
Clasif. AASHTO	A-1-b (0)

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: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640

Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@hotmail.com

**OBRA** : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO  $F'c=210$  KG/CM<sup>2</sup>,  
 SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO EN 10% Y 15% DE ESCORIA SIDERÚRGICA  
 CHIMBOTE - 2021

**UBICACION** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
**SOLICITA** : ULLOA PADILLA BRANDY JAVIER  
 VALVERDE LOPEZ LUCERO PAOLA

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2021

**MUESTRA** : AGREGADO GRUESO

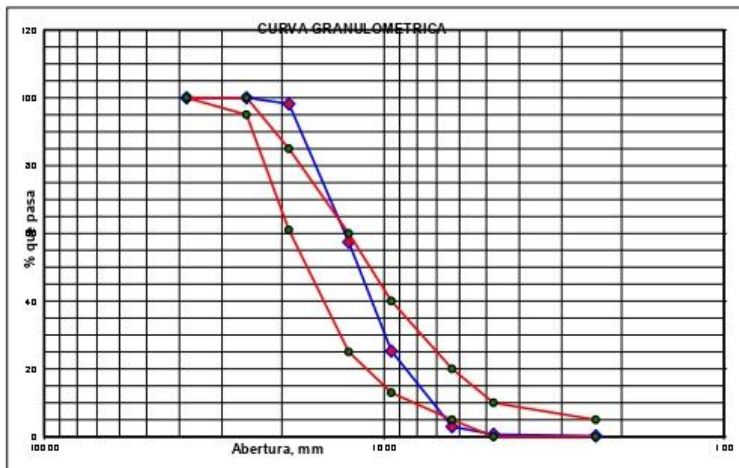
**CANTERA** : PIEDRA LIZA

## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	2745.0
Peso Lavado y Seco, [gr]	0.0

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa	Límites Permisibles	
				[Min]	[Max]
1 1/2"	38.100	0.000	100.00	100	100
1"	25.400	0.000	100.00	95	100
3/4"	19.050	49.250	98.21	61	85
1/2"	12.700	1120.000	57.40	25	60
3/8"	9.510	881.200	25.30	13	40
1/4"	6.300	611.760	3.02	5	20
Nº 4	4.760	64.520	0.67	0	10
< Nº 4	2.380	12.210	0.22	0	5

Módulo de Fineza	-
Tamaño Máximo (mm)	1/2"



## 2. ENSAYO DEL PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO (NORMA ASTM C - 29 / NTP 400.017)

### PESO UNITARIO SUELTO

Procedimiento	Muestra		
	01	02	03
1. Peso de la Muestra Suelta + Molde [Kg]	10.015	10.295	10.215
2. Peso del Molde (Kg)	0.000	0.000	0.000
3. Peso de la Muestra Suelta (Kg)	10.015	10.295	10.215
4. Volumen del Molde (m3)	0.00712	0.00712	0.00712
5. Peso Aparente Suelto (Kg/ m3)	1406.60	1445.93	1434.69
6. Peso Aparente Suelto Promedio (Kg/ m3)	<b>1429.07</b>		

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



**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Procedimiento	Muestra		
	01	02	03
1. Peso de la Muestra Compactada + Molde [Kg]	10.930	10.985	10.960
2. Peso del Molde (Kg)	0.000	0.000	0.000
3. Peso de la Muestra Compactada (Kg)	10.930	10.985	10.960
4. Volumen del Molde (m3)	0.00712	0.00712	0.00712
5. Peso Aparente Compactado (Kg/cm3)	1535.11	1542.84	1539.33
6. Peso Aparente Compactado Promedio (Kg/cm3)	<b>1539.09</b>		

**3. GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION (ASTM C - 128 / NTP - 400.022)**

Procedimiento	Muestra	Muestra	promedio
	01	01	
1. Peso de la cesta en agua (gr)	0.00	0.00	-
2. Peso de la cesta en agua + Muestra (gr)	319.28	319.20	-
3. Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca (gr)	500.00	500.00	-
4. Peso de la muestra secada en el horno (gr)	499.00	498.61	-
6. Peso Especifico Bulk (base seca)	<b>2.76</b>	<b>2.76</b>	<b>2.76</b>
7. Peso Especifico Bulk (base saturada)	2.77	2.77	2.77
8. Porcentaje de Absorción (%)	<b>0.200%</b>	<b>0.279%</b>	<b>0.24%</b>

**4. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)**

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara [gr]	9.28	29.57
2. Peso Tara + Suelo Húmedo [gr]	166.51	210.20
3. Peso Tara + Suelo Seco [gr]	166.38	210.07
4. Peso Agua [gr]	0.13	0.13
5. Peso Suelo Seco [gr]	157.10	180.50
6. Contenido de Humedad (%)	0.083%	0.073%
7. Contenido de Humedad Promedio [%]	<b>0.08</b>	

CLASIFICACION	TIPO
Clasif. SUCS	GP
Clasif. AASHTO	A1-a (0)

**Observaciones:**

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 Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640  
 Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wilze822@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 A LA COMPRESION DE UN CONCRETO  $F_c=210$  KG/cm<sup>2</sup> SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO EN 10% Y 15% DE ESCORIA SIDERURGICA CHIMBOTE - 2021  
**F. MUESTREO :** 01/09/21  
**FECHA :** 02/09/21

**TESISTAS :** - ULLOA PADILLA BRANDY JAVIER  
 - VALVERDE LOPEZ LUCERO PAOLA

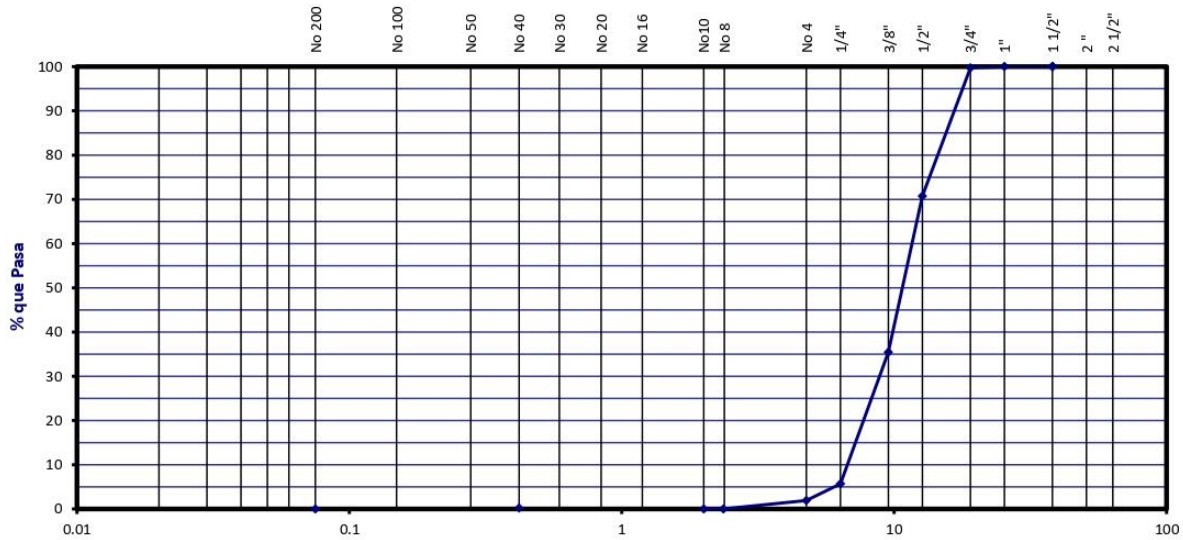
**UB. DE MUESTRA:** ESCORIA SIDERURGICA

**MUESTREO:** ACOPIO

**N° MUESTRA:** M-1

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RET. (gr)	RETENIDO		PASANTE (%)	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)			
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						Tamaño Maximo : 3/4" pulg.
2"	50.800						
1 1/2"	38.100				100.0		
1"	25.400				100.0		
3/4"	19.050	7.7	0.3	0.3	99.7		
1/2"	12.700	696.1	29.0	29.3	70.7		
3/8"	9.525	848.4	35.3	64.6	35.4		
1/4"	6.350	714.6	29.7	94.3	5.7		
No. 4	4.760	91.2	3.8	98.1	1.9		
No. 8	2.360	40.3	1.7	99.8	0.0		
No. 10	2.000				0.0		
No. 16	1.190						
No. 20	0.834						
No. 30	0.600						
No. 40	0.420						
No. 50	0.300						
No. 60	0.250						
No. 80	0.177						
No. 100	0.149						PESO TOTAL (Gr) : 2402.0
No. 200	0.075						
-200		3.7					

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

## LABORATORIO DE MECANICA 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 A LA COMPRESION DE UN CONCRETO  $F_c=210$  KG/cm<sup>2</sup> SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO EN 10% Y 15% DE ESCORIA SIDERURGICA CHIMBOTE - 2021

TESISTAS : - ULLOA PADILLA BRANDY JAVIER FECHA: 02/09/21  
- VALVERDE LOPEZ LUCERO PAOLA

UB. DE MUESTRA: ESCORIA SIDERURGICA

MUESTREO: ACOPIO

Nº MUESTRA: M-1

### DATOS

DESCRIPCION	UND.	MUESTRA. - 1	MUESTRA. - 2	MUESTRA. - 3	MUESTRA. - 4	PROMEDIO
Recipiente	Nº	1				
Recipiente + Suelo Humedo	gr.	2000.00				
Recipiente + Suelo Seco	gr.	1996.00				
Peso del Recipiente	gr.	0.00				
Peso del Agua	gr.	4.00				
Peso del Suelo Seco	gr.	1996.00				
Humedad	%	0.20				0.20

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 6**

**Instrumentos de recolección de datos  
(Fichas técnicas) ASTM C 127-128  
GRAVEDAD ESPECÍFICA**



# 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 ASFALTO

## GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 206-206, ASTM C 127-128 AASHTO 84-85

### DATOS DE LA MUESTRA

TESIS: RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO Fc=210 KG/cm<sup>2</sup> SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO  
0 EN 10% Y 15% DE ESCORIA SIDERURGICA CHIMBOTE - 2021

TESISTAS : - ULLOA PADILLA BRANDY JAVIER FECHA: 02/09/21  
- VALVERDE LOPEZ LUCERO PAOLA

UB. DE MUESTRA: ESCORIA SIDERURGICA

MUESTREO: ACOPIO

Nº MUESTRA: M-1

### DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO DE LOS AGREGADOS

#### AGREGADO GRUESO MTC E 206

A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Aire )	(gr)	5000.0	5000.0		
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Agua )	(gr)	3154.0	3158.0		
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B	(gr)	1846.0	1842.0		
D	Peso material seco en estufa (105°C)	(gr)	4985.0	4990.0		
E	Vol. de masa = C- ( A - D )	(cm <sup>3</sup> )	1831.0	1832.0		PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = D/C	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.700	2.709		2.705
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/C	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.709	2.714		2.711
	Pe Aparente ( Base Seca ) = D/E	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.723	2.724		2.723
	Absorción = (( A - D ) / D * 100 )	(%)	0.301	0.200		0.251

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

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP Nº 195373  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS

## **ANEXO 7**

### **Peso Unitario y Varillado - ASTM C 29-91**



# 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: Wilzo822@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

## PESO UNITARIO Y VACIO DE LOS AGREGADOS

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 203, ASTM C 29-91

### DATOS DE LA MUESTRA

TESIS: RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO  $F_c=210$  KG/cm<sup>2</sup> SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO EN 10% Y 15% DE ESCORIA SIDERURGICA CHIMBOTE - 2021

TESISTAS : - ULLOA PADILLA BRANDY JAVIER FECHA: 02/09/21  
- VALVERDE LOPEZ LUCERO PAOLA

UB. DE MUESTRA: ESCORIA SIDERURGICA

MUESTREO: ACOPIO

Nº MUESTRA: M-1

### PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

CANTERA :

MUESTRA :

MOLDE : N°

DETERMINACION N°	SUELTO			VARILLADO		
	1	2	3	4	5	6
Peso del molde más agregado seco ( gr )	29240	29320	29150	32125	32182	32150
Peso del molde ( gr )		8993			8993	
Peso del agregado seco ( gr )	20247	20327	20157	23132	23189	23157
Volúmen del molde ( cm <sup>3</sup> )		14187			14187	
Peso específico Bulk del agregado ( gr/cm <sup>3</sup> )		2.711			2.711	
Absorción del agregado ( % )		0.25			0.25	
Peso Unitario en condición SSS ( kg/m <sup>3</sup> )	1431	1438	1424	1635	1639	1638
Vacios en el agregado ( % )	47.3	47.1	47.5	39.7	39.6	39.7
Peso Unitario en condición Seca ( kg/m <sup>3</sup> )	1427	1433	1421	1631	1635	1632
Peso Unitario Seco promedio ( kg/m <sup>3</sup> )		1427			1632	

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



# 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: Wlize822@hotmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

## ABRASIÓN LOS ÁNGELES

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 207, ASTM C 131, AASHTO T 96

### DATOS DE LA MUESTRA

TE818: RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO  $F_c=210$  KG/cm<sup>2</sup> SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO  
 0 EN 10% Y 15% DE ESCORIA SIDERURGICA CHIMBOTE - 2021  
 TE818TAS : - ULLOA PADILLA BRANDY JAVIER FECHA: 02/09/21  
 - VALVERDE LOPEZ LUCERO PAOLA  
 UB. DE MUESTRA: ESCORIA SIDERURGICA 0 0  
 MUESTREO: ACOPIO  
 Nº MUESTRA: M-1

METODO		PESOS Y GRANULOMETRIAS REQUERIDOS				PESOS Y GRANULOMETRIAS EMPLEADOS			
PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	A	B	C	D	A	B	C	D
1 1/2"	1"	1250 ± 25							
1"	3/4"	1250 ± 25							
3/4"	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10				2500 ± 10		
1/2"	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10				2501 ± 10		
3/8"	1/4"			2500 ± 10					
1/4"	Nº 4			2500 ± 10					
Nº 4	Nº 8				5000 ± 10				
PESO TOTAL		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10		5001 ± 10		
Nº de Esferas		12	11	8	6		11		
Peso de las Esferas ( gr )		390 - 445	391 - 445	392 - 445	393 - 445		391 - 445		
Peso Retenido en la malla Nº 12					( gr )		4,450		
Peso que pasa en la malla Nº 12					( gr )		550.9		
Desgaste					( % )		11.0%		

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 8: ENSAYO A LA  
COMPRESIÓN, PROBETA PATRÓN Y  
EXPERIMENTALES AL 10% Y 15%**



# 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

## 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 A LA COMPRESION DE UN CONCRETO  $F_c=210$  KG/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO  
: EN 10% Y 15% DE ESCORIA SIDERURGICA CHIMBOTE - 2021  
**UBICACION** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
**TESISTAS** : - ULLOA PADILLA BRANDY JAVIER  
: - VALVERDE LOPEZ LUCERO PAOLA  
**FECHA** : SETIEMBRE DEL 2021  
**F<sub>c</sub>** : 210 kg/cm<sup>2</sup>

## 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	3/09/2021	10/09/2021	PROBETA DE CONCRETO - PATRON	210	7	4	33190	176.72	187.8	89.4	67
02	3/09/2021	10/09/2021	PROBETA DE CONCRETO - PATRON	210	7	4	34570	176.72	166.6	83.2	67
03	3/09/2021	10/09/2021	PROBETA DE CONCRETO - PATRON	210	7	4	32130	176.72	181.8	86.6	67
04	3/09/2021	10/09/2021	PROBETA DE CONCRETO - PATRON	210	7	4	31420	176.72	177.8	84.7	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 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:

LAS MUESTRAS FUERON DOSIFICADAS Y ELABORADAS EN 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: 954877150 - 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 A LA COMPRESION DE UN CONCRETO  $F_c=210$  KG/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO  
EN 10% Y 15% DE ESCORIA SIDERURGICA CHIMBOTE - 2021  
UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
TESISTAS : - ULLOA PADILLA BRANDY JAVIER  
- VALVERDE LOPEZ LUCERO PAOLA  
FECHA : SETIEMBRE DEL 2021  
F<sub>ci</sub> : 210 kg/cm<sup>2</sup>

## 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	6/09/2021	13/09/2021	PROBETA DE CONCRETO - 10% DE ESCORIA SIDERURGICA	210	7	4	33390	176.72	188.9	90.0	67
02	6/09/2021	13/09/2021	PROBETA DE CONCRETO - 10% DE ESCORIA SIDERURGICA	210	7	4	32640	176.72	184.7	88.0	67
03	6/09/2021	13/09/2021	PROBETA DE CONCRETO - 10% DE ESCORIA SIDERURGICA	210	7	4	31560	176.72	178.6	85.0	67
04	6/09/2021	13/09/2021	PROBETA DE CONCRETO - 10% DE ESCORIA SIDERURGICA	210	7	4	31970	176.72	180.9	86.1	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:

LAS MUESTRAS FUERON DOSIFICADAS Y ELABORADAS EN LABORATORIO.

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 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

## 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 A LA COMPRESION DE UN CONCRETO  $F_c=210$  KG/cm<sup>2</sup>. SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO  
EN 10% Y 15% DE ESCORIA SIDERURGICA CHIMBOTE - 2021  
UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
TESISTAS : - ULLOA PADILLA BRANDY JAVIER  
- VALVERDE LOPEZ LUCERO PAOLA  
FECHA : SETIEMBRE DEL 2021  
F'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>

## ESTRUCTURAS

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 %
	Moldeo	Rotura									
01	8/09/2021	15/09/2021	PROBETA DE CONCRETO 15%DE ESCORIA SIDERURGICA	210	7	4	19650	178.72	111.2	52.9	67
02	8/09/2021	15/09/2021	PROBETA DE CONCRETO 15%DE ESCORIA SIDERURGICA	210	7	4	18920	178.72	107.1	51.0	67
03	8/09/2021	15/09/2021	PROBETA DE CONCRETO 15%DE ESCORIA SIDERURGICA	210	7	4	19950	178.72	112.9	53.8	67
04	8/09/2021	15/09/2021	PROBETA DE CONCRETO 15%DE ESCORIA SIDERURGICA	210	7	4	19460	178.72	110.1	52.4	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:

LAS MUESTRAS FUERON DOSIFICADAS Y ELABORADAS EN 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  
ELABORACIÓN 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

## 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 A LA COMPRESION DE UN CONCRETO  $F_c=210$  KG/cm<sup>2</sup>, SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO  
: EN 10% Y 15% DE ESCORIA SIDERURGICA CHIMBOTE - 2021  
UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
TESISTAS : - ULLOA PADILLA BRANDY JAVIER  
: - VALVERDE LOPEZ LUCERO PAOLA  
FECHA : SETIEMBRE DEL 2021  
F<sup>c</sup> : 210 kg/cm<sup>2</sup>

## 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	3/09/2021	17/09/2021	PROBETA DE CONCRETO PATRON	210	14	4	41310	176.72	233.8	111.3	86
02	3/09/2021	17/09/2021	PROBETA DE CONCRETO PATRON	210	14	4	38090	176.72	215.5	102.6	86
03	3/09/2021	17/09/2021	PROBETA DE CONCRETO PATRON	210	14	4	43020	176.72	243.4	115.9	86
04	3/09/2021	17/09/2021	PROBETA DE CONCRETO PATRON	210	14	4	42070	176.72	238.1	113.4	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:

LAS MUESTRAS FUERON DOSIFICADAS Y ELABORADAS EN LABORATORIO.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES EIRL  
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 MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACIÓN 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

## 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 A LA COMPRESION DE UN CONCRETO  $F_c=210$  KG/cm<sup>2</sup> SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO  
: EN 10% Y 15% DE ESCORIA SIDERURGICA CHIMBOTE - 2021  
UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
TESISTAS : - ULLOA PADILLA BRANDY JAVIER  
: - VALVERDE LOPEZ LUCERO PAOLA  
FECHA : SETIEMBRE DEL 2021  
F<sub>c</sub>: : 210 kg/cm<sup>2</sup>

## ESTRUCTURAS

Serie	Fecha		ELEMENTO	Tipo de Concreto	Edad	Slump	Lectura	Área	Resisten.	Promedio en %	
	Nº	Moldeo			Rotura	(días)	(Pulg.)	Dial (Kg.)	(cm <sup>2</sup> )	Kg./cm <sup>2</sup>	Resisten. Obtenida
01	6/09/2021	20/09/2021	PROBETA DE CONCRETO - 10% DE ESCORIA SIDERURGICA	210	14	4	28980	176.72	164.0	78.1	86
02	6/09/2021	20/09/2021	PROBETA DE CONCRETO - 10% DE ESCORIA SIDERURGICA	210	14	4	28150	176.72	165.0	78.5	86
03	6/09/2021	20/09/2021	PROBETA DE CONCRETO - 10% DE ESCORIA SIDERURGICA	210	14	4	29280	176.72	165.7	78.9	86
04	6/09/2021	20/09/2021	PROBETA DE CONCRETO - 10% DE ESCORIA SIDERURGICA	210	14	4	28760	176.72	162.7	77.5	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:

LAS MUESTRAS FUERON DOSIFICADAS Y ELABORADAS EN LABORATORIO.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES EIRL  
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

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



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

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



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

## ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-96, AASHTO T 22

## LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO  $F_c=210$  KG/cm<sup>2</sup> SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO  
: EN 10% Y 15% DE ESCORIA SIDERÚRGICA CHIMBOTE - 2021  
UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
TESISTAS : - ULLOA PADILLA BRANDY JAVIER  
: - VALVERDE LOPEZ LUCERO PAOLA  
FECHA : SETIEMBRE DEL 2021  
 $F'_c$  : 210 kg/cm<sup>2</sup>

## ESTRUCTURAS

Serie N°	Fecha		ELEMENTO	Tipo de Concreto	Edad (días)	Siump (Pulg.)	Lectura Dial (Kg.)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resisten. Kg./cm <sup>2</sup>	Promedio en % Resisten. Obtenida	Resis. Requerida %
	Moledo	Rotura									
01	8/09/2021	22/09/2021	PROBETA DE CONCRETO 15%DE ESCORIA SIDERÚRGICA	210	14	4	29260	178.72	165.6	78.8	86
02	8/09/2021	22/09/2021	PROBETA DE CONCRETO 15%DE ESCORIA SIDERÚRGICA	210	14	4	30400	178.72	172.0	81.9	86
03	8/09/2021	22/09/2021	PROBETA DE CONCRETO 15%DE ESCORIA SIDERÚRGICA	210	14	4	27370	178.72	154.9	73.8	86
04	8/09/2021	22/09/2021	PROBETA DE CONCRETO 15%DE ESCORIA SIDERÚRGICA	210	14	4	30430	178.72	172.2	82.0	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:

LAS MUESTRAS FUERON DOSIFICADAS Y ELABORADAS EN LABORATORIO.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES EIRL  
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 195373  
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: 954877150 - 945417124 e-mail: wilze822@hotmail.com

## ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39-09, AASHTO T 22

## LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO  $F_c=210$  KG/cm<sup>2</sup> SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO  
: EN 10% Y 15% DE ESCORIA SIDERURGICA CHIMBOTE - 2021

UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
TESISTAS : - ULLOA PADILLA BRANDY JAVIER  
: - VALVERDE LOPEZ LUCERO PAOLA

FECHA : SETIEMBRE DEL 2021  
F<sup>c</sup> : 210 kg/cm<sup>2</sup>

## 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 %
	Moideo	Rotura									
01	3/09/2021	1/10/2021	PROBETA DE CONCRETO PATRON	210	28	4	39960	176.72	226.1	107.6	100
02	3/09/2021	1/10/2021	PROBETA DE CONCRETO PATRON	210	28	4	43810	176.72	247.9	118.1	100
03	3/09/2021	1/10/2021	PROBETA DE CONCRETO PATRON	210	28	4	40010	176.72	226.4	107.8	100
04	3/09/2021	1/10/2021	PROBETA DE CONCRETO PATRON	210	28	4	42560	176.72	240.8	114.7	100

### OBS:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm<sup>2</sup>) debe se 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:

LAS MUESTRAS FUERON DOSIFICADAS Y ELABORADAS EN 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  
ELABORACIÓN 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

## 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 A LA COMPRESION DE UN CONCRETO  $F_c=210$  KG/cm<sup>2</sup> SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO  
: EN 10% Y 15% DE ESCORIA SIDERURGICA CHIMBOTE - 2021  
UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
TESTISTAS : - ULLOA PADILLA BRANDY JAVIER  
: - VALVERDE LOPEZ LUCERO PAOLA  
FECHA : SETIEMBRE DEL 2021  
F<sub>c</sub> : 210 kg/cm<sup>2</sup>

## ESTRUCTURAS

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 %
	Moldeo	Rotura									
01	6/09/2021	4/10/2021	PROBETA DE CONCRETO 10% DE ESCORIA SIDERURGICA	210	28	4	40790	176.72	230.8	109.9	100
02	6/09/2021	4/10/2021	PROBETA DE CONCRETO 10% DE ESCORIA SIDERURGICA	210	28	4	43930	176.72	248.6	118.4	100
03	6/09/2021	4/10/2021	PROBETA DE CONCRETO 10% DE ESCORIA SIDERURGICA	210	28	4	42570	176.72	240.9	114.7	100
04	6/09/2021	4/10/2021	PROBETA DE CONCRETO 10% DE ESCORIA SIDERURGICA	210	28	4	42610	176.72	240.0	114.3	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 años	5 años
$f_{c(7)} / f_{c(28)}$	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:

LAS MUESTRAS FUERON DOSIFICADAS Y ELABORADAS EN LABORATORIO.

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

## 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 A LA COMPRESION DE UN CONCRETO  $F_c=210$  KG/cm<sup>2</sup> SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO  
: EN 10% Y 15% DE ESCORIA SIDERURGICA CHIMBOTE - 2021  
UBICACION : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
TESISTAS : - ULLOA PADILLA BRANDY JAVIER  
: - VALVERDE LOPEZ LUCERO PAOLA  
FECHA : SETIEMBRE DEL 2021  
F<sub>c</sub> : 210 kg/cm<sup>2</sup>

## ESTRUCTURAS

Serie N°	Fecha		ELEMENTO	Tipo de Concreto	Edad (días)	Shump (Pulg.)	Lectura Dial (Kg.)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resisten. Kg./cm <sup>2</sup>	Promedio en % Resisten. Obtenida	Resis. Requerida %
	Moldeo	Rotura									
01	8/09/2021	6/10/2021	PROBETA DE CONCRETO 15% DE ESCORIA SIDERURGICA	210	28	4	35920	176.72	203.3	96.8	100
02	8/09/2021	6/10/2021	PROBETA DE CONCRETO 15% DE ESCORIA SIDERURGICA	210	28	4	31460	176.72	178.0	84.8	100
03	8/09/2021	6/10/2021	PROBETA DE CONCRETO 15% DE ESCORIA SIDERURGICA	210	28	4	33670	176.72	190.5	90.7	100
04	8/09/2021	6/10/2021	PROBETA DE CONCRETO 15% DE ESCORIA SIDERURGICA	210	28	4	32790	176.72	185.5	88.4	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 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:

LAS MUESTRAS FUERON DOSIFICADAS Y ELABORADAS EN LABORATORIO.

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

**ANEXO 9: Constancia de la SUNAT  
sobre el laboratorio GEOLAB**

---

RUC: 20604190640 - GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

---

Tipo Contribuyente: EMPRESA INDIVIDUAL DE RESP. LTDA

---

Nombre Comercial: -

---

Fecha de Inscripción: 09/02/2019

---

Estado: ACTIVO

---

Condición: HABIDO

---

Domicilio Fiscal: JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE

---

Actividad(es) Económica(s): Principal - CIU 74218 - ACTIV.DE ARQUITECTURA E INGENIERIA

---

Comprobantes de Pago c/aut. de impresión (F. 806 u 816): NINGUNO

---

Sistema de Emisión Electrónica: FACTURA PORTAL DESDE 21/08/2019

## **ANEXO 10**

# **Constancia del COVID – 19 sobre el laboratorio GEOLAB**

**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.



70690663

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 focalización correspondiente.

# **ANEXO 11: CALIBRACIÓN DE EQUIPO**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0045-  
COE-2021

**PRENSA PARA ROTURAS DE  
CONCRETO**

CLIENTE : GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
DIRECCIÓN : JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE  
(CERCA AOVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA -  
NUEVO CHIMBOTE

DATOS DEL EQUIPO

Marca : ARSO  
Modelo : UPC2V  
Serie : 24452  
Capacidad : 120 TN  
Indicador : High Weight  
Bomba : Eléctrica  
Procedencia : PERÚ  
Identificación : 0045-COE-2021  
:Ubicación : Laboratorio de Concreto

Fecha de emisión:

Lima, 11 de febrero del 2021



Firmado digitalmente por  
Diego Moreno

Fecha: 2021-02-13 12:05:10

**Gerente General**



## VERIFICACIÓN

### 1.- GENERALIDADES:

A solicitud de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L., se procedió a verificar el comportamiento de una prensa de rotura de concreto, en las Instalaciones del Laboratorio de GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

### 2.- DEL SISTEMA A CALIBRAR

#### **PRENSA PARA ROTURAS DE CONCRETO**

Marca : ARSO  
Modelo : UPC2V  
Serie : 24452  
Capacidad : 120  
Procedencia : TN  
Identificación : PERÚ  
Ubicación : 0045-COE-2021  
Laboratorio de Concreto

### 3.- DEL SISTEMA DE CALIBRACIÓN

Dispositivo	: Celda de Carga	Indicador	: Digital
Fabricante	: ANYLOAD	Marca	: ANYLOAD
Modelo	: NO INDICA	Modelo	: DD-KC1
Serie	: 201825	Serie	: 4917000036
Capacidad	: 120 TN		
Modalidad	: Compresión		

### 4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN.

Fecha : 2021-02-11  
Lugar : Instalaciones del Laboratorio de GEOLAB INGENIEROSCONSULTORES E.I.R.L.

### 5.- CONDICIONES AMBIENTALES.

Temperatura Inicial : 21,2 °C  
Temperatura Final : 21,5 °C  
Humedad Relativa : 26 %

## 6.- PROCEDIMIENTO.

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-16, Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

## 7.- TRAZABILIDAD.

Patrones con Certificado de Calibración N° 192-19 con trazabilidad en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica. Expediente ..: INF-LE 250-18.

## 8.- RESULTADOS

- En la Tabla N° 01 se muestran los promedios de las series de verificación y los errores correspondientes.
- En el Gráfico N° 01 se muestra la curva de regresión y la ecuación de ajuste correspondientes a la presente calibración.
- Con fines de identificación se ha colocado etiquetas con el número del certificado.

### 8.1.- INSPECCIÓN VISUAL

- El equipo no presenta ninguna observación.

9.- DATOS DE MEDICIÓN

TABLA N° 01

**CALIBRACIÓN DE PRENSA PARA ROTURAS DE CONCRETO**  
Marca: ARSOU; Modelo: PC2V; Serie: 24452  
Indicador High Weight; Marca: High Weight; Modelo: ; Serie:

SISTEMA DIGITAL "A" kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON ( kg )				PROMEDIO "B" kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE ( 1 ) kg	SERIE ( 2 ) kg	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	10000.1	10000.4	0.00	0.00	10,000.25	0.00	0.00
20000	19999.8	20000.1	0.00	0.00	19,999.95	0.00	0.00
30000	30000.1	29999.5	0.00	0.00	29,999.80	0.00	0.00
40000	40000.0	40000.0	0.00	0.00	40,000.00	0.00	0.00
50000	49999.5	49999.1	0.00	0.00	49,999.30	0.00	0.00
60000	59985.0	59981.5	-0.03	-0.03	59,983.25	-0.03	0.00
70000	69981.0	69987.0	-0.03	-0.02	69,984.00	-0.02	0.01
80000	79989.0	79968.0	-0.01	-0.04	79,978.50	-0.03	0.02

NOTAS SOBRE LA CALIBRACION

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ASTM E4-01

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

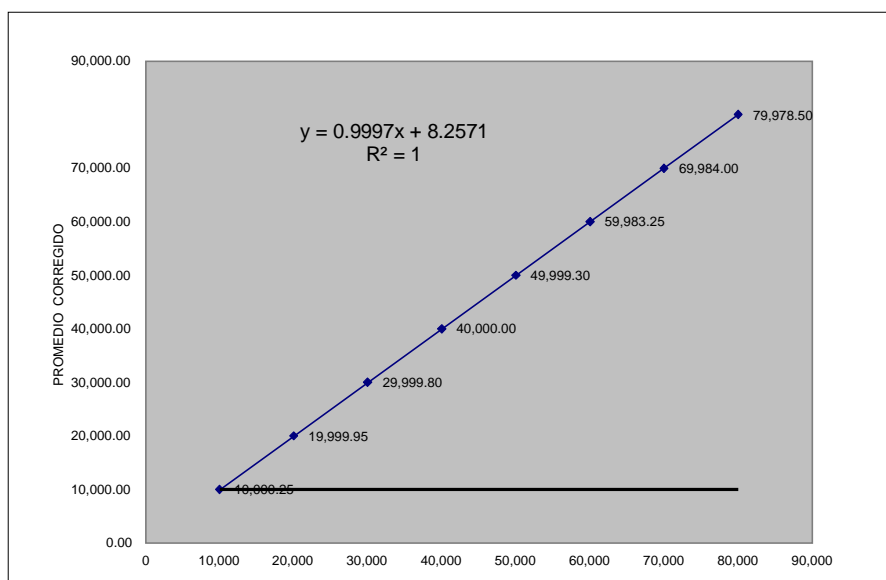
$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error} ( 2 ) - \text{Error}(1)$$

3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %

4. - Incertidumbre expandida del Error (Ep) = 0.30 % (150.03 kN)  
con k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente igual al 95%

10.- GRÁFICA (Coeficiente de Correlación y Ecuación de Ajuste)

GRÁFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Coeficiente Correlación:  $r^2 = 1$

Donde:  $y = 0,9997x + 8,2571$

**X : Lectura de la pantalla**  
**(kg) Y : fuerza**

# **ANEXO 12: COTIZACIÓN DE LA ESCORIA**

- El costo total para 1 metro cubico en materiales de concreto patrón es de s/.244.95, al sustituir en 10% es de s/.244.71 y al sustituir en 15% es de s/.244.59

INSUMOS	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO (S/.)	PATRÓN		SUSTITUCIÓN 10%		SUSTITUCIÓN 15%	
			CANTIDAD (1 M3)	COSTO (S/.)	CANTIDAD (1 M3)	COSTO (S/.)	CANTIDAD (1 M3)	COSTO (S/.)
<b>CEMENTO</b>	BOL	21.56	9.09	S/ 195.98	9.09	S/ 195.98	9.09	S/ 195.98
<b>AGREGADO FINO</b>	M3	23.00	0.58	S/ 13.34	0.58	S/ 13.34	0.58	S/ 13.34
<b>AGREGADO GRUESO</b>	M3	47.00	0.71	S/ 33.14	0.63	S/ 29.82	0.60	S/ 28.16
<b>AGUA</b>	M3	10.17	0.25	S/ 2.49	0.25	S/ 2.49	0.25	S/ 2.49
<b>ESCORIA SIDERÚRGICA</b>	M3	43.60	0.00	S/ 0.00	0.07	S/ 3.07	0.11	S/ 4.61
<b>COSTO TOTAL DE INSUMOS</b>			S/ 244.95		S/ 244.71		S/ 244.59	

**ANEXO 13: PROCEDIMIENTO  
ANÁLISIS DE VARIANZA**

<b>ANÁLISIS DE VARIANZA</b>	
<b>TESIS</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2, SUSTITUYENDO EL AGREGADO GRUESO EN 10% Y 15% DE ESCORIA SIDERÚRGICA, CHIMBOTE – 2021
<b>UBICACIÓN</b>	DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE
<b>TESISTAS</b>	ULLOA PADILLA BRANDY JAVIER VALVERDE LOPEZ LUCERO PAOLA

**DATOS OBTENIDOS EN LA ROTURA DE PROBETAS:**

**Concreto Patrón**

<b>7 DÍAS</b>	<b>14 DÍAS</b>	<b>28 DÍAS</b>
187.8	233.8	226.1
195.6	215.5	247.9
181.8	243.4	226.4
177.8	238.1	240.8

**Concreto Experimental al 10%**

<b>7 DÍAS</b>	<b>14 DÍAS</b>	<b>28 DÍAS</b>
188.9	164.0	230.8
184.7	165.0	248.6
178.6	165.7	240.9
180.9	162.7	240.0

**Concreto Experimental al 15%**

<b>7 DÍAS</b>	<b>14 DÍAS</b>	<b>28 DÍAS</b>
111.2	165.6	203.3
107.1	172.0	178.0
112.9	154.9	190.5
110.1	172.2	185.5

## Análisis de varianza de un factor:

### Resumen

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	24236.41	2	12118.21	11.90	0.000128203	3.28
Dentro de los grupos	33595.78	33	1018.05			
Total	57832.19	35				

### Análisis de varianza

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Patron	12	2615	217.9166667	654.12
Experimental 10%	12	2350.8	195.9	1150
Experimental 15%	12	1863.3	155.275	1250

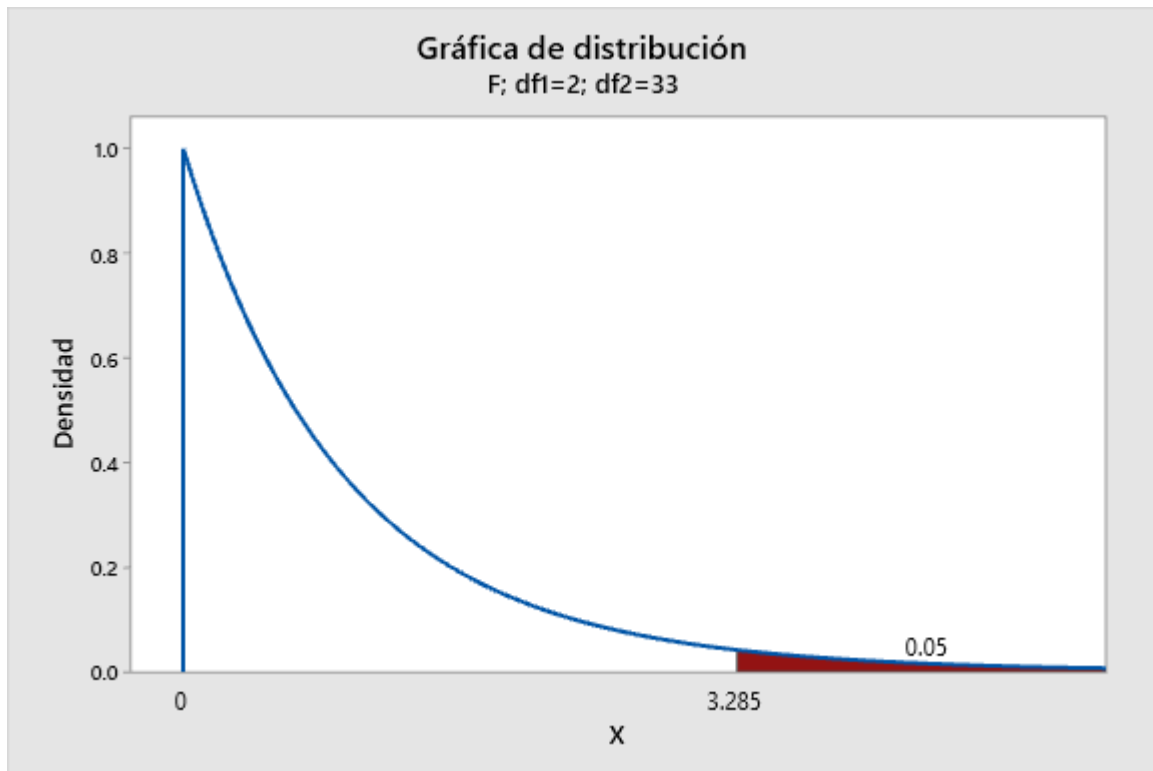
### Prueba Tukey

HSD=	31.68
MULTIPLICADR=	3.44
Mse=	1018.053914
n=	12

	Patrón	Experimental 10%	Experimental 15%
Patrón		22.017	62.642
Experimental 10%	-22.017		40.625
Experimental 15%	-62.642	-40.625	



## CURVA DE FISHER



**ANEXO 14: SOLICITUD DE ESCORIA  
SIDERURGICA A SIDERPERÚ**

Chimbote, 11 agosto del 2021

Estimado Sr. Jorge Castillo

Asunto: Carta de solicitud de material siderúrgico para prácticas profesionales

Por medio de la presente me dirijo a usted para presentar esta solicitud de material siderúrgico por parte del alumno: Ulloa Padilla Brandy Javier con Dni: 74174169 de la escuela profesional de ingeniería civil de la Universidad Cesar Vallejo, destinado para la realización de tesis de prácticas profesionales

Con pleno conocimiento de que usted y la empresa SiderPerú siempre han estado por los que más lo necesitan y en reiteradas ocasiones han hecho actos benéficos, me he tomado la libertad de redactar esta misiva y solicitarle de la manera más atenta el material escoria siderúrgica para la elaboración de mi tesis que lleva por título: Resistencia a la comprensión  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , sustituyendo el agregado fino en 3% y 5% por escoria siderúrgica Chimbote-2021.

Acudiendo a su generosidad, espero tener una respuesta positiva a mi petición expuesta anteriormente.

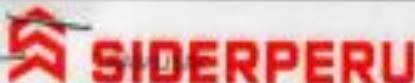
Desde ya, agradezco profundamente su cooperación y disposición hacia los alumnos de la universidad Cesar Vallejo.

Cordialmente,



---

Ulloa Padilla Brandy Javier  
Estudiante de la U.C.V



EMPRESA SIDERURGICA DEL PERU S.A.

AV. LOS MESA 888 LOTE 30 ASE LAS GARDENIAS 3RA ETAPA (ALTURA BOTICA CARRON) LIMA - LIMA - JTE

TEL: 001 11 440 0000 FAX: 001 11 440 0000

SANTA ANITA, LIMA - PERU

AV. SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO S/N Z.L. CHEVIBOTE

CHEVIBOTE - SAN JUAN DE LOS RIOS - PIURA

R.U.C.: 20402885549

GUIA DE REMISION REMITENTE

Nº 004 - 0116395

DESTINATARIO AV. SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO S/N Z.L. CHEVIBOTE

FECHA 25/08/2021

WFO SOC 8000 WFOOC

PTO. LLEGADA

PTO. PARTIDA

FECHA PARTIDA

Nº COMPROMISO DE PAGO

CANTIDAD 1 Escoria sacos 25 kg

ALIC

COND. PAGO

VENDEDOR

- MOTIVO
- 1. VENTA
  - 2. COMPRA
  - 3. TRANSFORMACION
  - 4. CONSIGNACION
  - 5. DEVOLUCION
  - 6. TRASLADO ENTRE ESTABLECIMIENTOS

- 7. SIMILAR CONVENIO DE COMPROMISOS DE PAGO
- 8. VENTA BUENOS A CONSIGNACION
- 9. TRASLADO ZONA FRANCA
- 10. RECIBO DE BIENES TRANSFORMADOS
- 11. NOTA CON ENTREGA A TERCEROS
- 12. OTRO

*[Handwritten signature]*

IT	CODIGO	DESCRIPCION	UN	UND.	P. PEDIDO	PESO DESPACHADO
----	--------	-------------	----	------	-----------	-----------------

MATERIAL SIN RETORNO

FLETE A CUENTA DEL PROVEEDOR DONACION

TRANSLASAC  
 AV. UNO MESA 888 LOTE 30 ASE LAS GARDENIAS 3RA ETAPA (ALTURA BOTICA CARRON) LIMA - LIMA - JTE  
 JUAN MANUEL GONZALES NEYRA E-80962615  
 ISLIZU AFQ-530

PESO TOTAL:

TRANSPORTISTA \_\_\_\_\_  
 COMISIO FISCAL \_\_\_\_\_  
 R.U.C. \_\_\_\_\_  
 O-CFER \_\_\_\_\_ BREVETE \_\_\_\_\_  
 MARCA UNIDAD TRANSPORTE \_\_\_\_\_ PLACA \_\_\_\_\_  
 CONSTANCIA DE INSCRIPCION \_\_\_\_\_



*[Handwritten signature]*  
 JUAN MANUEL GONZALES NEYRA  
 40962615

SIDERPERU  
 SUPERVISOR DE BOTE - SUPERVISION  
 UNIDAD CONTROLADA  
 VIGILANCIA 25 AGO 2021  
 HORA 10:15  
 LA MERCADERIA PARA EL CLIENTE DEBEN SER CONTROLADOS  
 CUIDADO EL SEÑALAMIENTO DE LOS BOTES EN LA MERCADERIA DEBEN SER UNA CRONOMETRADA INSCRIBIDA EL NOMBRE DE LA EMPRESA DE TRANSPORTE O PERSONA ENCARGADA

SIDERPERU S.A.S.  
 T.L.C. 001 11 440 0000 FAX: 001 11 440 0000  
 Av. M. 111800000 R.L. 00110000  
 T.M. 001 11 440 0000

DESTINATARIO

<b>Objetivo de la Reunión:</b>	Lineamientos para donación de escoria		
<b>Fecha:</b>	18/08/2021	<b>Lugar y/o medio:</b>	Microsoft Teams
<b>Hora Inicial:</b>	16:30 horas	<b>Hora de Término:</b>	17:00 horas
<b>Participantes:</b>	Horna Tamariz Angelica	Rivera Palomino Jocelyn	
	Sarmiento Castillo Segundo F.	Romero Alva Juan Cesar	
	Ucañay Yupton J. Orlando	Castillo Espejo Jorge (NP)	
	Alivia Ortega Segundo (NP)	Tania Garcés (NP)	

### 1. Pauta de la Reunión

- ✓ Desarrollo de la Reunión
- ✓ Acuerdos

### 2. Desarrollo de la Reunión

Se empezó la reunión agradeciendo su presencia a los participantes. Se manifestó las cartas de requerimiento realizados por los estudiantes de Universidades en el tema de donación de escoria para sus proyectos de investigación de Tesis, analizando la forma más viable para atender estos requerimientos (peso escoria solicitada máximo 100 kg).

Con el aporte de todos los participantes se revisó el tema, llegando a los siguientes acuerdos:

- Responsabilidad Social, es el área responsable de recibir y aprobar las cartas de requerimiento de donación de escoria. Finalmente realizar la entrega de la donación.
- Seguridad Industrial y Medio Ambiente, en coordinación con la empresa Tramusac realizará el llenado de escoria en sacas de 25 kg, luego pesadas en la balanza del área de logística en fechas establecidas y en comunicación con todos los participantes.
- Seguridad Patrimonial, realizará acompañamiento y supervisión para el llenado de sacas de 25 kg.
- Almacén MRO, proporcionara las guías de remisión.



A las 17:00 horas se dio por concluida la reunión, reiterando el agradecimiento por su asistencia y apoyo con nuestras partes interesadas.

**ANEXO 15: SOLICITUD DE ENSAYO  
QUÍMICO DE LA ESCORIA  
SIDERURGICA A SIDERPERÚ**

## Solicitud de ensayo químico del material escoria siderúrgica



**BRANDY JAVIER ULLOA PADILLA** <bjulloo@ucvvirtual.edu.pe>

para jcastillo ▾

🗨️ lun, 8 nov 17:00 (hace 12 días)



Buenas tardes, hago esta solicitud de ensayo químico del material de escoria siderúrgica sin fines de lucro, requiero el ensayo mencionado para la elaboración de mi tesis.

De antemano, gracias por atender mi solicitud. Me despido esperando una respuesta positiva.

Att, Ulloa Brandy Javier Ulloa Padilla, alumno de la Universidad César Vallejo.

—  
***BJULLOA***



↩ Responder

➡ Reenviar

Activar Windows  
Ve a Configuración para activar Windo

# **ANEXO 16: NORMA TÉCNICA**





**NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN**

**E.060 CONCRETO ARMADO**

## **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 o las Normas ASTM si no hubiera una Norma Técnica Peruana.

**3.1.3** En el presente texto se citan las Normas Técnicas Peruanas – NTP y ASTM aplicables, en su última versión a la fecha como referencia, sin embargo, podrán emplearse las versiones revisadas o actualizadas futuras, en la medida que sean emitidas.

### **3.2 CEMENTOS**

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

- 334.009:2016 (Cemento Portland. Requisitos).
- 334.082:2016 (Cemento Portland. Requisitos de desempeño).
- 334.090:2016 (Cemento Portland adicionados. Requisitos).

**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 la NTP 400.037:2018 (Agregados para concreto. Requisitos).

Los agregados que no cumplan con los requisitos indicados la NTP 400.037:2018, 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.

La evaluación de la reactividad potencial álcali-sílice y las recomendaciones aplicables se efectuarán en conformidad con la NTP 239.700:2017 (Lineamientos para reducir el riesgo de reacción nociva del álcali-agregado en el concreto).

**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 establecidos en la NTP 400.037:2018. 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 uno 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 7.1 de la NTP 400.037:2018 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. La prueba de intemperismo no deberá exigirse en proyectos a ejecutarse en zona costera o zona de selva por estar exentas de ciclos de congelamiento y deshielo.

- 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 (piedra zarandeada) o triturada (piedra chancada) o una combinación de ambas y deberá estar libre de partículas escamosas, materia orgánica u otras sustancias dañinas. En el agregado triturado las partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular o semi-angular, duros, compactos, resistentes y de textura preferentemente rugosa. En el agregado natural las partículas serán limpias, duros, compactos, resistentes, pudiendo ser redondeadas y de textura lisa.
- 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.  
El parámetro numérico de control de la granulometría tanto para el agregado fino como el grueso o la combinación de ambos será el Módulo de Fineza. Se admite una tolerancia de  $\pm 0.2$  en el Módulo de Fineza sin necesidad de requerir ajustes en la granulometría o en la mezcla de concreto.
- 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. Debe cumplir con los requisitos de la NTP 339.088:2014 (Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos).
- 3.4.2 Se podrán utilizar aguas no potables sólo si se cumplen los requisitos de la NTP 339.088:2014 y se demuestra que:
- 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.
  - 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.
- 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 4.3.1 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 de 3.4.1.
- 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

### **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.

**3.5.2** El refuerzo que va a ser soldado así como el procedimiento de soldadura, el cual deberá ser compatible con los requisitos de soldabilidad del acero que se empleará, deberán estar indicados en los planos y especificaciones del proyecto, así como la ubicación y tipo de los empalmes soldados y otras soldaduras requeridas en las barras de refuerzo. La soldadura de barras de refuerzo debe realizarse de acuerdo con "Structural Welding Code – Reinforcing Steel", ANSI/AWS D1.4:2011 de la American Welding Society. Las normas para barras de refuerzo, excepto la NTP 339.186:2018 deben ser complementadas con un informe de las propiedades necesarias del material para cumplir con los requisitos de ANSI/AWS D1.4.

#### **3.5.3 Refuerzo corrugado**

**3.5.3.1** Las barras de refuerzo corrugado deben cumplir con los requisitos para barras corrugadas de una de las siguientes normas:

- a) NTP 341.031:2018 (Barras. de acero al carbono, corrugadas, para refuerzo de concreto armado. Requisitos).
- b) NTP 339.186:2018 (Barras. de acero de baja aleación, soldables. y corrugadas, para refuerzo de. concreto armado. Requisitos).

**3.5.3.2** El esfuerzo de fluencia de las barras y alambres no preesforzados debe determinarse según NTP 350.405:2015, teniendo en cuenta que:

- a) Cuando las barras o alambres, en ensayos a tracción de barras de sección transversal completa, presenten un punto de fluencia bien definido (aumento de la deformación a esfuerzo aproximadamente constante), se utilizará el valor de  $f_y$  obtenido de los ensayos, con las limitaciones indicadas en 9.5.
- b) Cuando las barras o alambres, en ensayos a tracción de barras de sección transversal completa, no presenten un punto de fluencia bien definido, se utilizará, con las limitaciones indicadas en 9.5, el menor valor calculado mediante:
  - b1) Fluencia offset (Método de desplazamiento) calculada al 0.2% de deformación unitaria.
  - b2) Para barras con  $f_y$  menor de 420 MPa, la resistencia a la fluencia se calculará como el esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 0.5% y para barras con un  $f_y$  mayor o igual de 420 MPa, la resistencia a la fluencia se calculará como el esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 0.35%.

### **3.6 ADITIVOS**

**3.6.1** Los aditivos que se usen en el concreto deben someterse a la aprobación de la Supervisión y deben cumplir con la NTP 334.088:2015 (Aditivos químicos en pastas, morteros y concreto. Especificaciones).

**3.6.2** Debe demostrarse que el aditivo utilizado en obra es capaz de mantener esencialmente la misma composición y comportamiento que el producto usado para establecer la dosificación del concreto de acuerdo con lo especificado en 5.2.

Los aditivos que contengan cloruros que no provengan de impurezas de los componentes del aditivo, no deben emplearse en concreto preesforzado, en concreto que contenga aluminio embebido o en concreto construido en encofrados permanentes de acero galvanizado. Véase el Capítulo 4.

**3.6.3** Los aditivos incorporadores de aire deben cumplir con la NTP 334.089:2015 (Aditivos incorporadores de aire en pastas, morteros y hormigón (concreto). Especificaciones).

**3.6.4** Los aditivos reductores de agua, retardantes, acelerantes, reductores de agua y retardantes, reductores de agua y acelerantes, reductores de agua de alto rango, y reductores de agua de alto rango y retardantes, deben cumplir con NTP 334.088:2015 (Aditivos químicos en pastas, morteros y concreto. Especificaciones).

**3.6.5** Las cenizas volantes u otras puzolanas que se empleen como aditivos deben cumplir con la NTP 334.104:2018 (Puzolana natural cruda o calcinada y ceniza volante para uso en concreto. Requisitos).

**3.6.6** La escoria molida granulada de alto horno utilizada como aditivo debe cumplir con la NTP 334.180:2018 (Materiales cementosos suplementarios mezclados. Requisitos).

**3.6.7** Los aditivos usados en la fabricación de concreto que contenga cemento expansivo de acuerdo a la NTP 334.156:2017 (Cemento Portland Expansivo. Requisitos) deben ser compatibles con este cemento y no producir efectos nocivos.

**3.6.8** La microsílíce usada como aditivo debe cumplir con la NTP 334.087:2018 (Microsílíce utilizado en mezclas cementosas. Requisitos).

---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

---

NTP 339.034  
2015

---

Dirección de Normalización - INACAL  
Calle Las Camelias 815, San Isidro (Lima 27)

---

Lima, Perú

## CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

Concrete Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INACAL está basada en la Norma ASTM C 39/C 39M:2015 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

2015-12-22  
4ª Edición

## CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

### 1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación de la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de concreto y extracciones diamantinas de concreto. Está limitado al concreto que tiene una masa unitaria mayor de 800 kg/m<sup>3</sup>.

### 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia en todo momento.

#### 2.1 Normas Técnicas Peruanas

- |       |                  |  |
|-------|------------------|--|
| 2.1.1 | NTP 339.033:2009 | HORMIGON (CONCRETO). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo                 |
| 2.1.2 | NTP 339.059:2011 | CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas seccionadas de concreto |

2.1.3	NTP 339.183:2013	CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio
2.1.4	NTP 339.037:2008 (revisada el 2013)	HORMIGÓN (CONCRETO). Práctica normalizada para el refrentado de testigos cilíndricos de hormigón (concreto)
2.1.5	NTP 339.214:2007	HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para resistencias a la compresión en cilindros de concreto elaborados en el lugar en moldes cilíndricos
2.1.6	NTP 339.216:2007	HORMIGÓN (CONCRETO). Método para la utilización de cabezales con almohadillas de neopreno en el ensayo de resistencias a la compresión en cilindros de concreto endurecido
2.2	<b>Normas Técnicas de Asociación</b>	
2.2.1	ASTM C 670:2013	La práctica normalizada para la preparación de declaraciones de precisión y sesgo para métodos de ensayo para materiales de construcción
2.2.2	ASTM E 74:2013	Práctica normalizada de Calibración de Instrumentos de medición de fuerza para la Verificación de la indicación de la Fuerza de Máquinas de ensayos
2.2.3	ASTM C 1077:20115	Práctica normalizada para Agencias de ensayo de Concreto y agregados del hormigón para el uso en la construcción y Criterios para la Evaluación de la Agencia de ensayo
2.2.4	ASTM E 4:2014	Práctica normalizada para la Verificación de Fuerza en Máquinas de ensayos

2.1.3	NTP 339.183:2013	CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio
2.1.4	NTP 339.037:2008 (revisada el 2013)	HORMIGÓN (CONCRETO). Práctica normalizada para el refrentado de testigos cilíndricos de hormigón (concreto)
2.1.5	NTP 339.214:2007	HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para resistencias a la compresión en cilindros de concreto elaborados en el lugar en moldes cilíndricos
2.1.6	NTP 339.216:2007	HORMIGÓN (CONCRETO). Método para la utilización de cabezales con almohadillas de neopreno en el ensayo de resistencias a la compresión en cilindros de concreto endurecido
2.2	<b>Normas Técnicas de Asociación</b>	
2.2.1	ASTM C 670:2013	La práctica normalizada para la preparación de declaraciones de precisión y sesgo para métodos de ensayo para materiales de construcción
2.2.2	ASTM E 74:2013	Práctica normalizada de Calibración de Instrumentos de medición de fuerza para la Verificación de la indicación de la Fuerza de Máquinas de ensayos
2.2.3	ASTM C 1077:20115	Práctica normalizada para Agencias de ensayo de Concreto y agregados del hormigón para el uso en la construcción y Criterios para la Evaluación de la Agencia de ensayo
2.2.4	ASTM E 4:2014	Práctica normalizada para la Verificación de Fuerza en Máquinas de ensayos



5.4 El personal que ensaya los cilindros de concreto deberá cumplir los requisitos técnicos requeridos de la ASTM C 1077, incluyendo un examen requerido de demostración de desarrollo del ensayo evaluado por un examinador independiente.

NOTA 1: La Certificación equivalente a las guías mínimas para Técnico de Laboratorio de Concreto del ACI Nivel I o Técnico de Ensayo de Resistencia del Concreto satisface este requisito.

## 6. APARATOS

6.1 Máquina de ensayo: La máquina de ensayo será de un tipo con capacidad conveniente suficiente y capaz de proveer una velocidad de carga indicada en el apartado 8.5.

6.1.1 La verificación de la calibración de las máquinas de ensayo será de conformidad con la ASTM E 4, excepto que el rango de verificación de la carga será como lo indicado en el apartado 6.3. La verificación requerida será bajo las siguientes condiciones:

6.1.1.1 Al menos anualmente, pero no debe exceder los 13 meses.

6.1.1.2 Sobre una instalación original o inmediatamente después de una reubicación.

6.1.1.3 Inmediatamente después de reparaciones o ajustes que afectan la operación del sistema de aplicación de fuerzas o los valores mostrados sobre el sistema de indicación de carga, excepto por ajuste de cero que es compensado por los bloques de ensayo o la espécimen o ambos, o

6.1.1.4 Cuando haya razón para dudar de la aproximación de las cargas indicadas.

6.1.2 Diseño: El diseño de la máquina deberá incluir los siguientes factores:

6.1.2.1 La máquina deberá ser operada por energía (no manual) y aplicar la carga continua sin intermitencia, ni detenimiento. Si tiene una sola velocidad de carga (cumpliendo el requisito del apartado 8.5), deberá estar provisto con un medio suplementario para cargar a una velocidad conveniente para su verificación. Este medio suplementario de carga puede ser operado por energía o manualmente.

6.1.2.2 El espacio previsto para los especímenes de ensayo será bastante grande para acomodar, en posición idónea, un dispositivo elástico de calibración suficiente capacidad para cubrir el rango potencial de cargas de la máquina de ensayo y que cumpla con los requisitos de la ASTM E 74.

NOTA 2: Los tipos de dispositivos elásticos de calibración, generalmente disponibles, más comúnmente usados para estos propósitos son el anillo circular de prueba y la celda de carga.

6.1.3 Exactitud: La exactitud de la máquina de ensayo será de conformidad con las siguientes provisiones:

6.1.3.1 El porcentaje de error para las cargas dentro del rango de uso propuesto de la máquina de ensayo no excederá  $\pm 1,0$  % de la carga indicada.

6.1.3.2 La exactitud de la máquina de ensayo será verificada por aplicación de 5 ensayos de carga en 4 incrementos aproximadamente iguales en orden ascendente. La diferencia entre cualquiera de 2 cargas de ensayo sucesivas no excederá un tercio de la diferencia entre las cargas de ensayo máxima y mínima.

6.1.3.3 La carga de ensayo como la indicada por la máquina y la carga aplicada evaluada de las lecturas del dispositivo de verificación serán registradas en cada punto de ensayo. Calcular el error,  $E$ , y el porcentaje de error,  $E_p$ . Para cada punto de esta data como sigue:

$$E = A - B \quad (1)$$

$$E_p = 100 \frac{(A - B)}{B}$$

## 8. PROCEDIMIENTO

8.1 Los ensayos de compresión de especímenes curados en húmedo serán hechos tan pronto como sea práctico luego de retirarlos del almacenaje húmedo.

8.2 Los cilindros serán protegidos de la pérdida de humedad por cualquier método conveniente durante el periodo entre el retiro del almacenaje de humedad y el ensayo. Los cilindros serán ensayados en condición húmeda.

8.3 Todos los cilindros de ensayo para una determinada edad de ensayo serán fracturados dentro el tiempo permisible de tolerancias prescritas como sigue:

**TABLA 2 – Edades de ensayo y tolerancias permisibles**

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	± 0,5 h ó 2,1 %
3 d	± 2 h ó 2,8 %
7 d	± 6 h ó 3,6 %
28 d	± 20 h ó 3,0 %
90 d	± 48 h ó 2,2%

8.4 Colocación del espécimen: Colocar el bloque de rotura inferior. Con la cara endurecida hacia arriba, sobre la mesa o platina de la máquina de ensayo directamente debajo del bloque de apoyo del asiento esférico (superior). Limpiar las caras de contacto de los bloques superior e inferior y las del espécimen de ensayo y colocar el espécimen sobre el bloque inferior de rotura. Si se emplean almohadillas, limpiar las superficies del cojinete del anillo de retención y centrar la almohadilla o almohadillas sobre el espécimen. Cuidadosamente alinear los ejes del espécimen con el centro de empuje de la rótula del bloque de asiento esférico.

## **ANEXO 17: PANEL FOTOGRÁFICO**

# ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Fotografía 1: Realización del ensayo de granulometría.



Fotografía 2: Tamizado y Peso de cada Tamiz de la Escoria siderúrgica



## ELABORACIÓN DE PROBETAS



Fotografía 3: Realizando el peso de la piedra chancada para la mezcla de concreto



Fotografía 4: Realizando el peso del cemento para la mezcla de concreto

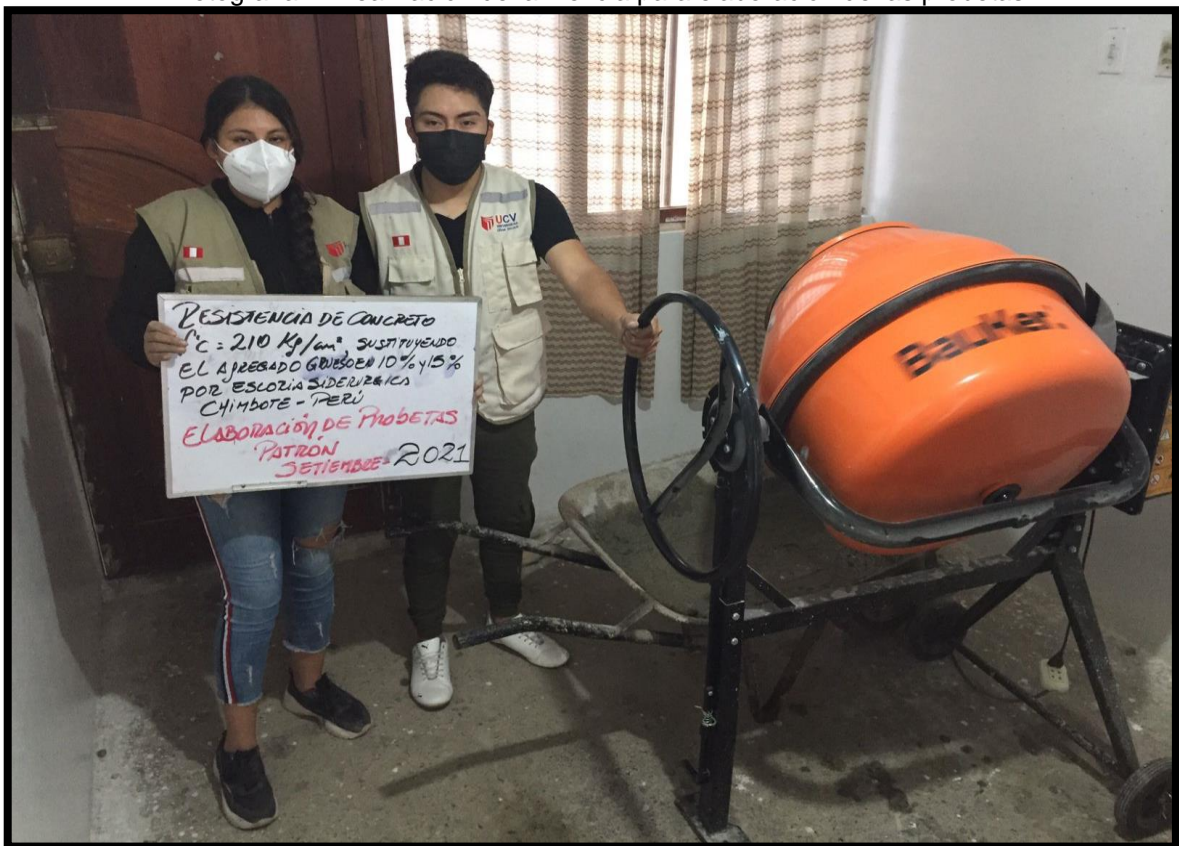


Fotografía 5: Realizando el peso de la escoria siderúrgica para la mezcla de concreto

Fotografía 6: Se procedió a verter los insumos para la elaboración de las probetas



Fotografía 7: Realización de la mezcla para elaboración de las probetas



## VACIADO DE PROBETAS

Fotografía 8: Realización del vaciado de petróleo a los moldes cilíndricos.



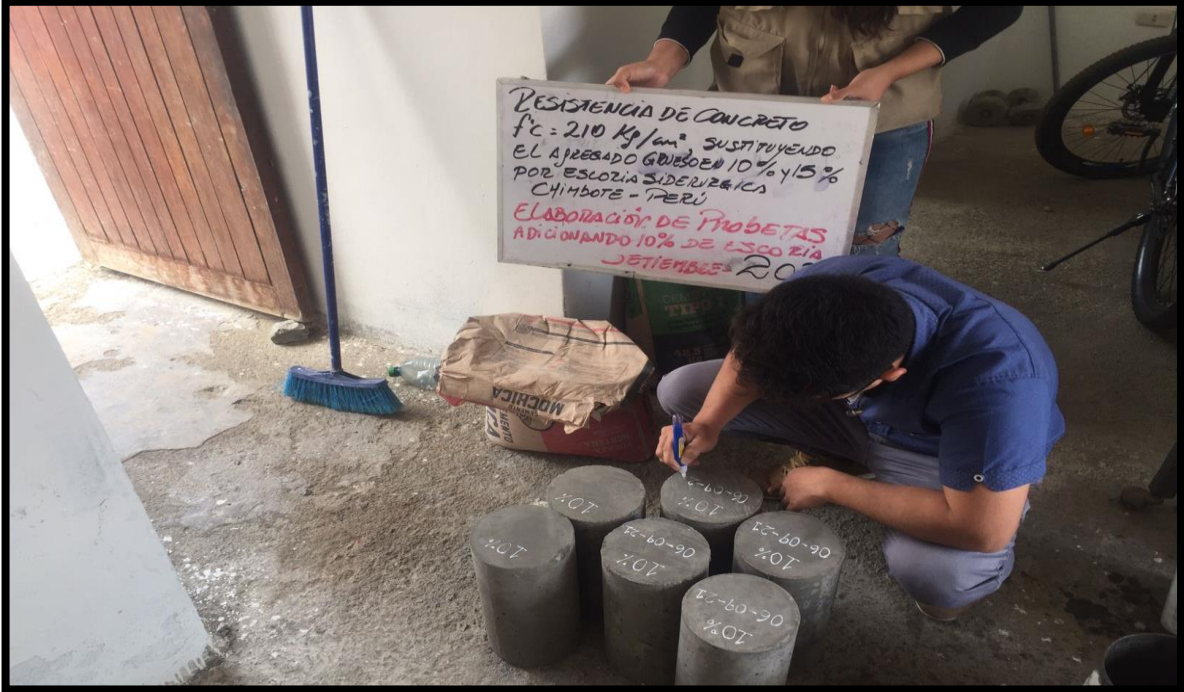
Fotografía 9: Realización de los 25 golpes en las tres capas del molde por cada probeta elaborada.





## DESENCOFRADO DE PROBETAS

Fotografía 10: Probetas experimentales 10%.



## ROTURA DE PROBETAS

Fotografía 11: Ensayo de resistencia a la compresión



Fotografía 12: Ensayo de resistencia a la compresión del 15% a los 7 días



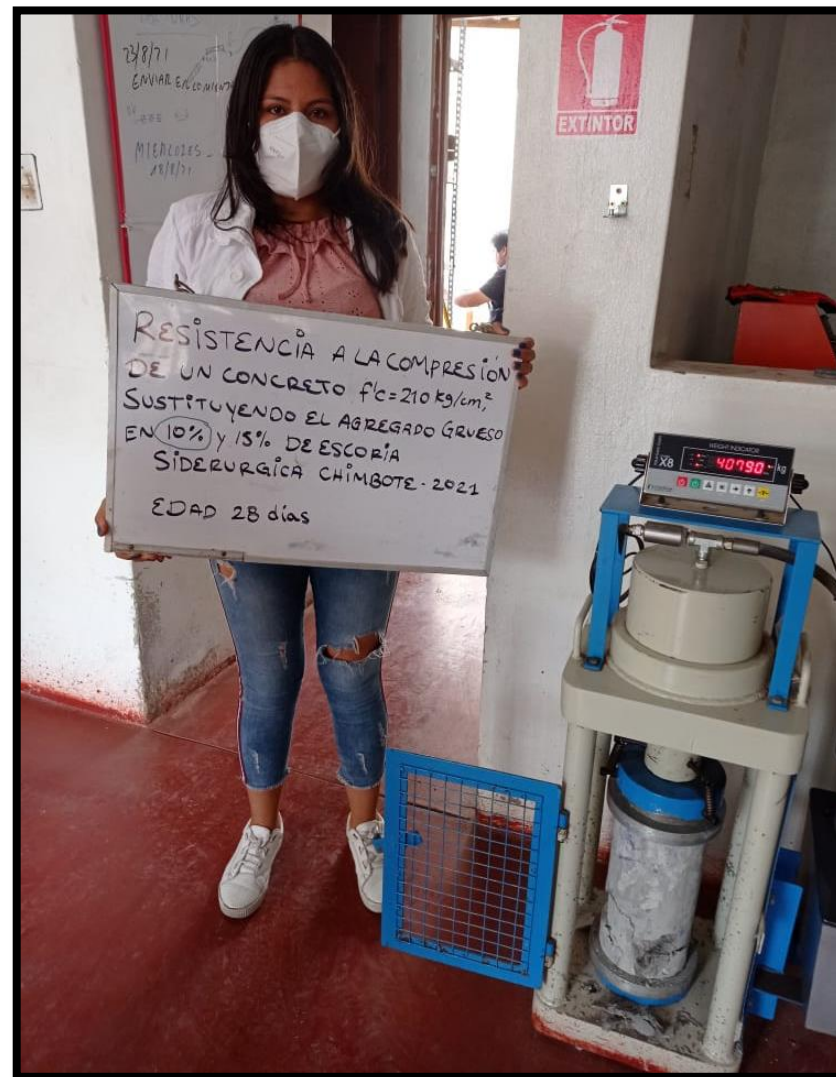
Fotografía 13: Ensayo de resistencia a la compresión del 10% a los 14 días



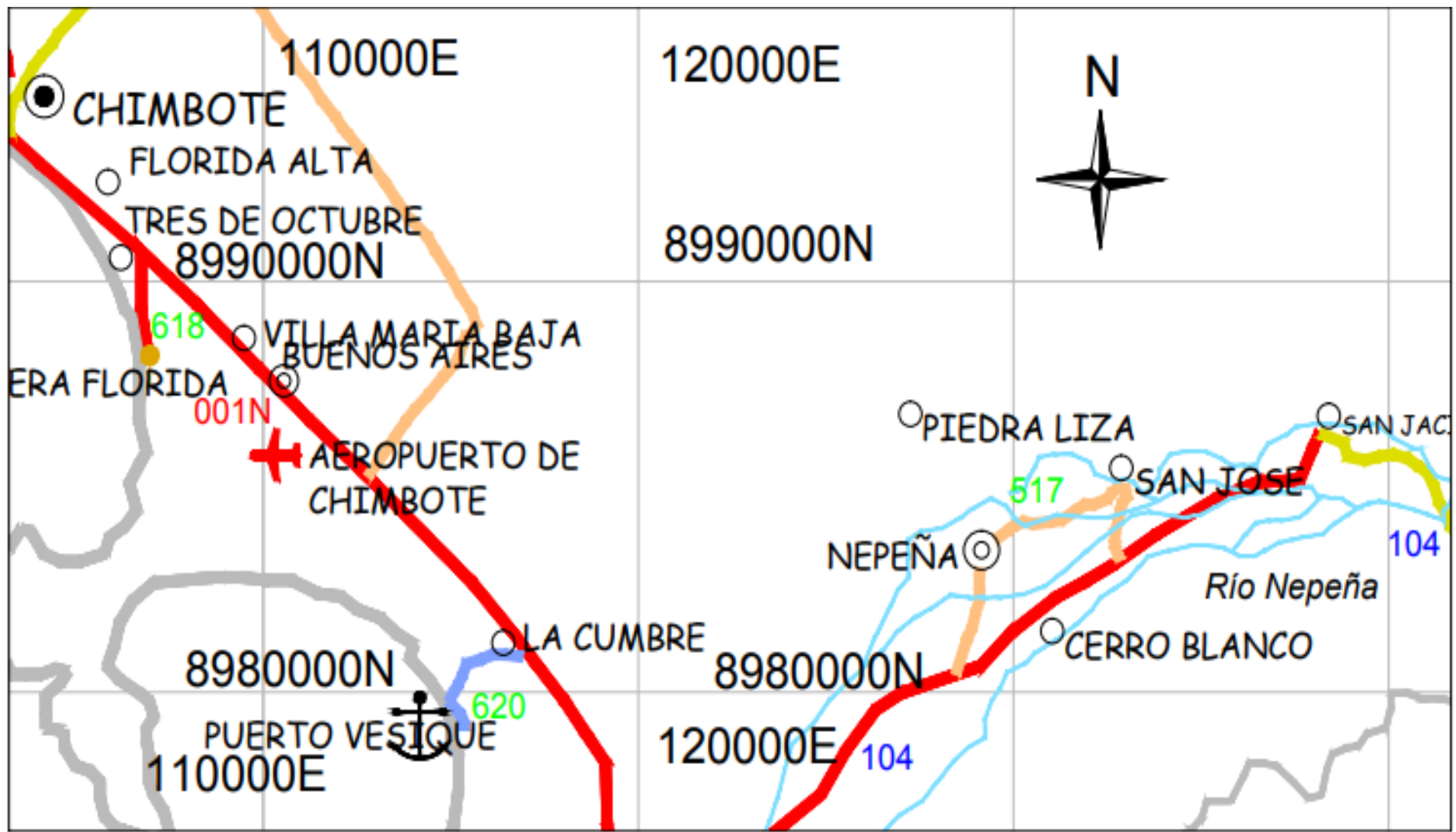
Fotografía 14: Ensayo de resistencia a la compresión del 15% a los 14 días



Fotografía 15: Ensayo de resistencia a la compresión del 10% a los 28 días



**ANEXO 18: PLANO DE EXTRACCIÓN DE  
LOS AGREGADOS**



# PLANO DE UBICACIÓN

1/500

PLANO :		UBICACIÓN	
DTTO. : ANCAH	ESCALA : 1 / 500	LAMINA Nº	
PROV. : SANTA	FECHA : NOVIEMBRE - 2021	U-01	
DIST. : CHIMBOTE			
DIRECCIÓN:		RESPONSABLE:	
CANTERA LA CUMBRE		ULLOA PADILLA BRANDY JAVIER	
CANTERA PIEDRA LIZA		VALVERDE LOPEZ LUCERO PAOLA	