

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO DE LAS
VÍAS URBANAS - LA OROYA**

Bach. ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY

Líneas de investigación institucional:

Transporte y Urbanismo

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA CIVIL

HUANCAYO – PERU

2022

ASESOR

Ing. Manuel Ivan Maita Perez

DEDICATORIA

Al todopoderoso padre, Dios, y a mis abnegados padres, que me han brindado un apoyo inquebrantable a lo extenso de mi trayectoria académica, esperando a que llegue el día en que me sienta un miembro productivo de la sociedad, capaz de influir positivamente en su progreso.

AGRADECIMIENTO

Gracias, Dios, que siempre me ha sido mi guía por el camino correcto; gracias a ello, me considero una persona de moral íntegra.

A mi familia; gracias por estar siempre a mi lado, por las lecciones de vida que me habéis dado y debido a que durante el tiempo que estuve construyendo mi futuro profesional, no me abandonaron.

Agradezco a mi asesor, Ing. Manuel Iván Maita Pérez por su constante apoyo y confianza con firmeza que me ha demostrado constantemente.

Quiero expresar mi gratitud a todos los que siempre confían en mí y me brindan su respaldo.

El autor

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0066 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la TESIS; Titulado:

RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO DE LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : **BACH. ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY**
 Facultad : **INGENIERÍA**
 Escuela Académica : **INGENIERÍA CIVIL**
 Asesor(a) : **ING. MAITA PEREZ MANUEL IVAN**

Fue analizado con fecha **07/02/2024**; con **148 págs.**; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

Excluye citas.

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de **19** %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 07 de febrero de 2024.



MTRA. LIZET DORIELA MAÑTARI MINCAMI
 JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

.....

PRESIDENTE

.....

JURADO

.....

JURADO

.....

JURADO

.....

SECRETARIO DOCENTE

INDICE

AGRADECIMIENTO	iv
INDICE	vii
LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN.....	xv
CAPÍTULO I.....	16
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	16
1.1. Planeamiento del Problema	16
1.2. Formulación del Problema.....	16
1.2.1. Problema General	18
1.2.2. Problemas Específicos	18
1.3. Justificación.....	19
1.3.1. Social o práctica	19
1.3.2. Científica o teórica.....	20
1.3.3. Metodológica	20
1.4. Delimitación del Problema.....	20
1.4.1 Espacial.....	20
1.4.2 Temporal.....	20
1.4.3 Conceptual	20
1.5. Limitaciones	21
1.6. Objetivos	21
1.6.1. Objetivo General	21
1.6.2. Objetivos Específicos.....	21
CAPÍTULO II	23
MARCO TEÓRICO.....	23
2.1 Antecedentes.....	22
2.2. Bases teóricas y científicas.....	41
2.3. Definición de términos	52
2.4. Hipótesis.....	55
2.5. Variables	56
CAPÍTULO III METODOLOGÍA	58
3.1. Método de investigación	58
3.2. Tipo de investigación	58
3.3. Nivel de investigación.....	59
3.4. Diseño de investigación.....	59
3.5. Población y muestra	60
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	61

3.6.1. Técnicas de recolección de datos:	61
3.6.2. Instrumentos:	61
3.7. Procesamiento de la información	61
3.8. Técnicas y análisis de datos.....	62
CAPÍTULO IV.....	56
RESULTADOS.....	56
CAPITULO V	75
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	85
CONCLUSIONES.....	85
RECOMENDACIONES	92
Referencias	93

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Operacionalización de variables	57
Tabla 2: Resistencia a la compresión de las muestras patrón	65
Tabla 3: Resistencia a la compresión de las muestras con 10% de residuos de fundición de cobre.....	66
Tabla 4: Resistencia a la compresión de las muestras con 20% de residuos de fundición de cobre.....	67
Tabla 5: Resistencia a la compresión de las muestras con 30% de residuos de fundición de cobre.....	68
Tabla 6: Medidas de tendencia central de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 10% de residuo de escoria de cobre	69
Tabla 7: Pruebas de normalidad de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 10% de residuo de escoria de cobre	70
Tabla 8: Estadísticas de muestras emparejadas de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 10% de residuo de escoria de cobre	70
Tabla 9: Prueba de muestras emparejadas de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 10% de residuo de escoria de cobre	71
Tabla 10: Medidas de tendencia central de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 20% de residuo de escoria de cobre	71
Tabla 11: Pruebas de normalidad de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 20% de residuo de escoria de cobre	72
Tabla 12: Estadísticos de prueba para muestras adicionadas al 20% de residuo de escoria de cobre.....	72
Tabla 13: Medidas de tendencia central de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 30% de residuo de escoria de cobre	73

Tabla 14: Pruebas de normalidad de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 30% de residuo de escoria de cobre	73
Tabla 15: Estadísticas de muestras emparejadas de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 30% de residuo de escoria de cobre	74
Tabla 16: Prueba de muestras emparejadas de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 30% de residuo de escoria de cobre	74
Tabla 17: Resistencia a la flexión en una viga patrón.....	75
Tabla 18: Resistencia a la flexión en una viga diseño 10% de residuo de fundición de cobre	75
Tabla 19: Resistencia a la flexión en una viga diseño 20% de residuo de fundición de cobre	76
Tabla 20: Resistencia a la flexión en una viga diseño 30% de residuo de fundición de cobre	77
Tabla 21: Medidas de tendencia central de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 10% de residuo de escoria de cobre (para flexión)	79
Tabla 22: Pruebas de normalidad de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 10% de residuo de escoria de cobre (para flexión)	79
Tabla 23: Estadísticas de muestras emparejadas de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 10% de residuo de escoria de cobre (para flexión)	80
Tabla 24: Prueba de muestras emparejadas de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 10% de residuo de escoria de cobre (para flexión)	80
Tabla 25: Medidas de tendencia central de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 20% de residuo de escoria de cobre (para flexión)	81
Tabla 26: Pruebas de normalidad de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 20% de residuo de escoria de cobre (para flexión)	81

Tabla 27: Estadísticas de muestras emparejadas de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 20% de residuo de escoria de cobre (para flexión)	82
Tabla 28: Prueba de muestras emparejadas de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 20% de residuo de escoria de cobre (para flexión)	82
Tabla 29: Medidas de tendencia central de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 30% de residuo de escoria de cobre (para flexión)	83
Tabla 30: Pruebas de normalidad de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 30% de residuo de escoria de cobre (para flexión)	83
Tabla 31: Estadísticas de muestras emparejadas de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 30% de residuo de escoria de cobre (para flexión)	83
Tabla 32: Prueba de muestras emparejadas de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 20% de residuo de escoria de cobre (para flexión)	84

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Proceso piro metalúrgico del cobre	43
Figura 2. Escoria de cobre	44
Figura 3. Proceso de fusión en horno de fusión flash.....	45
Figura 4: Ubicación geográfica de los distritos de la provincia de Yauli	64
Figura 5: Ubicación de la provincia de Yauli	64
Figura 6: Resistencia a compresión de las 9 muestras con adición del 10% de residuo.....	66
Figura 7: Resistencia a compresión de las 9 muestras con adición del 20% de residuo.....	67
Figura 8: Resistencia a compresión de las 9 muestras con adición del 30% de residuo.....	68
Figura 9: Resistencia a la flexión con adición del 10% de residuos	76
Figura 10: Resistencia a la flexión con adición del 20% de residuos	77
Figura 11: Resistencia a la flexión con adición del 30% de residuos	78

RESUMEN

La investigación que se llevó a cabo tiene el problema de investigación ¿Cuáles serían los resultados de los residuos de fundición de cobre en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022? el objetivo es: Determinar cuáles serían los resultados de los residuos de fundición de cobre en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022. La hipótesis es que Los resultados de los residuos de fundición de cobre serían directos y significativos en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022. La investigación se realiza con un enfoque científico, es aplicada, el grado de investigación es explicativo y tiene un diseño experimental, habiendo una modificación deliberada sobre las variables que se estudian. La población estará constituida de 60 probetas de concreto para un diseño de $f'c=210$ kg/cm² donde está incluido la mezcla base y los que tienen la incorporación de escoria de cobre. La muestra estará conformada por 48 probetas de forma cilíndricas y 12 vigas de forma prismáticas. El método que se utilizará es un muestreo probabilístico de tipo aleatorio. El hallazgo que resulta más significativo es el porcentaje óptimo a sustitución del agregado fino es del cien por ciento en la idea de mezclas de propiedades mecánicas, donde las muestras en su totalidad se encuentran dentro del rango de 0.14 a 1.22 cm/s que especifica la norma ACI 522R-10. La adición de residuos de fundición de cobre si influye afecta considerablemente a las cualidades mecánicas del concreto debido a que la significancia es menor que 0.05, en el promedio de todos los porcentajes de adiciones de residuos.

Palabras clave: residuos, fundición, concreto, propiedades.

ABSTRACT

In the research that was carried out, the research problem that was investigated was as follows: What would the effects of copper smelting residues be on the mechanical characteristics of concrete for urban road pavements in the city of La Oroya inside the year 2022? To establish what the effects of copper smelting residues would be on the mechanical characteristics of concrete for urban road pavements in the city of La Oroya in the year 2022, the purpose is to ascertain what the outcomes would be. In the year 2022, the hypothesis proposed that the results of copper smelting residues would have direct and significant effects on the mechanical characteristics of concrete for use in the construction of pavements for urban roadways in the city of La Oroya. The research will be carried out using a scientific methodology, it will be applied, the level of research will be explanatory, and it will have an experimental design, with an intentional variation on the variables that will be researched. 60 concrete specimens will be used to make up the population for a design with a $f'c$ value of 210 kg/cm², which will comprise both the basic mix and those that have copper slag included into them. An assortment of 48 cylindrical specimens and 12 prismatic beams will make up the sample. Random probability sampling is going to be the method that is used. In the concept of mechanical properties mixtures, the most important discovery is that the optimal percentage of fine aggregate substitution is one hundred percent. This is the case when all of the samples fall within the range of 0.14 to 1.22 cm/s that is given by ACI 522R-10 specification. Because the significance is less than 0.05, the addition of copper smelting residues does have a significant impact on the mechanical properties of the concrete. This is owing to the fact that the entire range of percentages of residue additions is averaged out.

Keywords: waste, smelting, concrete, properties.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación: Residuos de fundición de cobre en las propiedades mecánicas del concreto para pavimento de las vías urbanas - La Oroya, se centra en conocer cuáles serían los resultados de los residuos de fundición de cobre en las características de resistencia y comportamiento del concreto para pavimentos en vías urbanas de la Oroya, en el año 2022. Esta investigación se realizó con el fin de proporcionar un análisis suficiente de los residuos de fundición como es el caso de la escoria de cobre de la ciudad de La Oroya y la implicancia en la integridad estructural del concreto.

Para un adecuado desarrollo de la investigación, se ha dividido en:

Capítulo I: Problema de la investigación: En este capítulo se incluyen la justificación, las delimitaciones, las limitaciones y los objetivos de la investigación. También se incluyen el planteamiento, la formulación y la justificación del problema.

Capítulo II: Marco teórico: Se desarrollan las variables, las hipótesis y los antecedentes, así como el marco conceptual y las definiciones terminológicas en este capítulo.

Capítulo III: Metodología de la investigación: Para el capítulo se analizan el método de investigación, el tipo de investigación, el nivel de investigación, el diseño de la investigación, la población, la muestra, los procedimientos e instrumentos de recogida de datos y las metodologías y el análisis de los datos.

Capítulo IV: Resultados: Desarrollamos los resultados si los residuos de fundición de cobre serían directos y/o significativos en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos.

Capítulo V: Discusión de resultados: Para el capítulo serán expuestos los hallazgos que se han obtenido en la investigación.

Por último, se presentan los anexos, las conclusiones, las recomendaciones, las referencias y las bibliografías.

Bach. Alvarado Ortega Joseph Anthony-

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planeamiento del Problema

Según un estudio realizado en Chile, la adición de escoria de cobre a los morteros da lugar a un modesto aumento de la consistencia de los morteros en comparación con el diseño típico de los morteros. La densidad del mortero aumenta considerablemente cuando se utiliza escoria de cobre en lugar de un determinado porcentaje de arena en el proceso de preparación del mortero. Concretamente, esto se debe a que Chile es uno de los países que más cobre produce en el mundo, lo que genera cantidades masivas de basura que contaminan los paisajes del país (Flores y Fuentes, 2021).

El Perú ha ascendido al segundo lugar del mundo en producción de cobre en los últimos años, y tanto la demanda nacional como la internacional han impulsado las exportaciones mineras hasta alcanzar un récord de 14.691 millones de dólares en 2018, lo que representa un aumento del 18,3% respecto a la cifra del año anterior, que fue de 12.418 millones de dólares. Lamentablemente, este aumento ha dado lugar a la generación de una cantidad significativa de basura procedente de la fabricación de cobre. Uno de los subproductos más frecuentes son estos residuos considerados una especie de escoria de cobre, y existen diversas opciones al reciclaje para ellos. Todos

los materiales, incluido el concreto, están siendo trabajados para mejorar sus características mecánicas y su durabilidad. El concreto tradicional a base de áridos típicos es cosa del pasado; actualmente se están añadiendo materiales a esta combinación para aumentar sus propiedades mecánicas y su durabilidad (Cuba y Humpire, 2019).

Según las estimaciones de la industria, se forman una media de dos toneladas de escoria de cobre por cada tonelada de cobre producida. Aunque las operaciones pirometalúrgicas son necesarias para procesar el material extraído, es vital encontrar un medio para reutilizar los residuos generados durante este proceso con el fin de disminuir el efecto medioambiental del mismo. El concreto es una sustancia muy utilizada en Perú y en todo el mundo en la actualidad, un proceso que provoca una gran contaminación durante el proceso de producción, uso y eliminación del material. Además de la minería, las fábricas de cemento son uno de los sectores más contaminantes en cuanto a contaminación ambiental (Cuba y Humpire, 2019).

Al recorrer las calles, avenidas, calles y pasajes de la ciudad de La Oroya, en la provincia de Yauli, es evidente que hay zonas que están sin pavimentar y zonas que tienen pavimento, la gran mayoría con fallas en su diseño estructural como grietas, baches, piel de cocodrilo, etc. Al estar situados en la sierra media del Perú, se forman como resultado de las dramáticas variaciones de temperatura, así como de la importante cantidad de actividad automovilística que se produce. Debido a la falta de resistencia a los efectos climáticos y a la fatiga por la carga de tráfico, la ciudad está construyendo pavimento rígidos y comenzarán pronto a deteriorarse de la misma manera que los pavimentos existentes. Se recomienda añadir materiales a estos pavimentos rígidos para complementar las cualidades esenciales con el fin de limitar la posibilidad de fallos y mejorar la vida útil de las prestaciones de estos pavimentos.

En lo que respecta a la fundición de La Oroya, cientos de miles de toneladas de escoria

metalúrgica se desechan y conservan en la región de Huanchán, cercana a la instalación. Extensas investigaciones sobre el medio ambiente revelan que esta acción tiene efectos adversos. Después de las lluvias, las aguas del río Mantaro contienen diversos elementos, como plomo, zinc, cobre y otros. Las concentraciones de estos elementos alcanzan niveles extremadamente altos en las regiones cercanas al yacimiento de Huanchán. La presencia de vida en este medio acuático se hace imposible como resultado de esta influencia, así como la utilización de sus aguas para fines de riego. Es importante proporcionar recomendaciones sobre medidas de conservación del medio ambiente basadas en enfoques para la gestión de estos residuos como recurso para la fabricación de concreto. Esta investigación propone reutilizar el residuo final de la empresa minera, que es la escoria de cobre, y utilizar al elaborar nuestro concreto. El resultado sería una mejora de las propiedades de nuestro concreto y una reducción del impacto medioambiental que la ciudad de Yauli tiene sobre el medio ambiente. Adicionalmente, el realizar esta investigación, la empresa metalúrgica Doe Run Perú podría disminuir la cantidad de contaminación que se libera al medio ambiente como consecuencia del almacenamiento de esta escoria en hábitats naturales que se encuentran cerca de la ciudad.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿De qué manera influyen los residuos de fundición de cobre en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022?

1.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿De qué manera influyen los residuos de fundición de cobre al 10 % en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de

la ciudad de la Oroya, en el año 2022?

- b) ¿De qué manera influyen los residuos de fundición de cobre al 20 % en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022?
- c) ¿De qué manera influyen los residuos de fundición de cobre al 30 % en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022?
- d) ¿De qué manera influyen de los residuos de fundición de cobre al 10 % en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022?
- e) ¿De qué manera influyen los residuos de fundición de cobre al 20 % en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022?
- f) ¿De qué manera influyen los residuos de fundición de cobre al 30 % en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022?

1.3. Justificación

1.3.1. Social o práctica

Esta investigación es debida a la carencia del adecuado análisis a los residuos de fundición como se presenta la escoria de cobre albergada en la ciudad de la Oroya y que implicancia brinda su uso en la resistencia del concreto.

1.3.2. Científica o teórica

Esta investigación se realizó con el propósito de corroborar al conocimiento existente respecto al uso de la escoria de cobre para poder ser utilizada como aditivo para el concreto, a través de la teoría existente y las normatividades peruanas.

1.3.3. Metodológica

Una vez que se ha demostrado que las herramientas de recopilación de datos son válidas y fiables, pueden utilizarse en futuras investigaciones. Cualquier otro investigador que lleve a cabo una investigación utilizando métodos científicos puede beneficiarse de la creación y aplicación de estas herramientas para realizar ensayos de resistencia del concreto. Las situaciones susceptibles de investigación científica se incluyen en esta categoría.

1.4. Delimitación del Problema

1.4.1 Espacial

Esta investigación fue realizada en la ciudad de La Oroya, situada en su provincia de Yauli, del departamento Junín.

1.4.2 Temporal

Esta investigación llevada a cabo en un periodo del 2022, realizándose entre febrero a junio de 2022.

1.4.3 Conceptual

La actualización de la idea se realizó con la intención de demostrar el significado de la implementación de nuevas alternativas como aditivos en el

concreto, buscando mayor resistencia del mismo, teniendo en cuenta la escoria del cobre, y de esta manera también mitigar la contaminación ambiental que propicia este residuo de fundición.

1.5. Limitaciones

No se tuvieron limitaciones trascendentales.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Determinar de qué manera influyen los residuos de fundición de cobre en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.

1.6.2. Objetivos Específicos

- a) Analizar de qué manera influyen los residuos de fundición de cobre al 10 % en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.

- b) Analizar de qué manera influyen los residuos de fundición de cobre al 20 % en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022?

- c) Analizar de qué manera influyen los residuos de fundición de cobre al 30 % en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022?

- d) Analizar de qué manera influyen los residuos de fundición de cobre al 10 % en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022?
- e) Analizar de qué manera influyen los residuos de fundición de cobre al 20 % en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022?
- f) Analizar de qué manera influyen los residuos de fundición de cobre al 30 % en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022?

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Antecedentes internacionales

Díaz, (2020) *Valorización de escoria de cobre como puzolana y agregado fino en morteros* sustentada en Universidad Nacional de Colombia; Palmira, Colombia, llegando a estas conclusiones:

1. En términos resistencia a la compresión, el resultado que se obtuvieron indican que en los morteros ensayados, se demostró que el ECG sustituía entre el 12% y el 43% de la arena natural en peso, lo que se traducía en un aumento de la resistencia inicial del mortero de hasta el 15,8%. Esto indica que éste es el porcentaje máximo de reemplazo que se recomienda en los agregados finos, lo que contribuye a reducir los pasivos medioambientales que ocasiona la extracción de los materiales naturales. Todos los hallazgos son coherentes con los resultados obtenidos en diversos estudios.

2. Aunque está muy cerca del límite permisible especificado en la norma para la composición de sílice, alúmina y óxidos de hierro, el examen a requisitos físicos y químicos de la ECF como ceniza volcánica según ASTM C 618 indica que satisface la mayoría de los requisitos. Esto es cierto a pesar de que está muy cerca del límite

mínimo. A pesar de que la finura del material es superior a la del cemento, es posible que el efecto químico del material se amplifique moliéndolo conjuntamente (Clinker-ECF-otros). Con base en esto, es factible llegar a la conclusión de que es concebible valorizar el ECF como material puzolánico, lo que resultaría en una reducción de los pasivos ambientales que son generados por el procedimiento de extracción y consolidación del clinker en la producción de concreto.

La investigación se llevó a cabo con la intención de maximizar el valor de la escoria de cobre producida por Bronalco Ltd. examinando su uso potencial como materia prima puzolánica y grava fina en preparaciones de mortero de matriz cementosa. El diseño fue experimental y de tipo aplicado. Con la ayuda de un espectrofotómetro que mide puntualmente la fluorescencia de los rayos X de dispersión por longitud de onda (WDXRF) PANalytical modelo AXIOS mAX que estaba con un tubo de rodio que tenía una energía máxima como 4,0 KW, la fluorescencia de rayos X fue la técnica utilizada al analizar los compuestos químicos de CTO y ECF. El software utilizado fue el SuperQ versión 5.0 L - OMNIAN data base estándares, que se utilizó para la evaluación semicuantitativa en la identificación de componentes que van desde el sodio (Na) hasta el uranio (U). Después de secarse a 107 grados Celsius durante veinticuatro horas, cada muestra se combinó con cera Merck en una proporción de diez gramos de muestra por un gramo de cera para el examen de difracción de rayos X (XRF). Una vez homogeneizada la mezcla, se transfirió a una prensa hidráulica que funcionaba a 196 kilo newtons, lo que dio lugar a la formación de una pastilla de cuarenta milímetros de diámetro. Se asignaron veinte minutos al proceso de análisis de la muestra.

Tapia, (2018) en su tesis denominada *Evaluación de la influencia de la escoria de cobre en mezclas asfálticas con altos porcentajes de pavimento asfáltico reciclado frente al ensayo de ahuellamiento y de macrotextura* sustentada en la Universidad Austral de Chile; Valdivia, Chile:

1. El incluir la escoria de cobre y RAP combinados resulta en un aumento de la densidad de las mezclas. Esto, a su vez, hace que las mezclas tengan un mayor grado de dureza, lo cual es un buen factor que ayuda a evitar que los agregados se desintegren durante su vida útil cuando están sometidos a cargas de tráfico.
2. Cuando se incluyen tanto RAP como EC, la estabilidad del sistema mejora; sin embargo, esta cualidad se debilita cuando sólo se añade EC, sin la presencia de RAP. Por lo tanto, es razonable esperar que las probetas que proporcionen el mayor nivel de resistencia a la formación de ahuellamiento sean las probetas de RAP, seguidas de las probetas de RAP que trabajen conjuntamente con la EC y, por último, las probetas de EC que no contengan el RAP.
3. Como consecuencia de la utilización de escorias de cobre con el fin de aumentar resistencia al ahuellamiento resulta ventajoso para las mezclas asfálticas en caliente gracias a la dureza y angulosidad que proporciona, logrando mayor resistencia a la fractura de los agregados y trabazón entre ellas. Sin embargo, su baja adherencia y superficie vítrea genera un débil enlace entre las partículas y el betún, lo que se traduce en mayores cambios de forma durante la primera etapa, en la segunda fase, cuando se está consolidando y estabilizando la mezcla, el bloqueo y la firmeza en la escoria proporcionan un retraso significativo de la tasa de deformación. Este estado se demostró en el modelo M9, que tenía un 0% de RAP y un 15% de EC.

4. Es dado ello que resalta el agente rigidizante del betún envejecido del RAP. Este agente, al combinarse con el EC, reduce las deformaciones permanentes causadas por la baja adherencia de la CE durante la fase inicial del proceso, produciendo así hallazgos adecuado referente a la resistencia a la rodadura. Respecto al agua, la capacidad hidrofóbica de la escoria de cobre demuestra que las mezclas con EC se comportan de forma favorable; dado que, no es factible comprobar si las mezclas empeoran o mejoran porque ninguna de ellas presentó problemas de stripping a lo largo del ensayo.

Carvajal y Terreros, (2016) en su tesis denominada *Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de cáñamo* sustentada en la Universidad Católica de Colombia; Bogotá, Colombia, con las principales conclusiones:

1. Según fuentes de información, en estudios utilizando fibra de cáñamo para condiciones específicas, adicionando el 1% de fibra del peso total del concreto para cada uno de los ensayos, con una longitud de 4 cm a 5 cm por cada hilo, tratada con cal hidratada para evitar corrosión de la fibra causada por la alcalinidad del concreto y distribuidos de forma aleatoria sobre toda la mezcla para generar homogeneidad. En el proceso de mezclado la trabajabilidad del concreto con fibra fue más difícil que la del concreto normal, pues es necesario aglutinar eficazmente la fibra, sin embargo, el grado de fluidez de los dos concretos con base al ensayo de asentamiento fue de 40 mm (1½”) y los dos presentaron exudación notoria pero no en una alta tasa. Por lo tanto, se afirma que la fibra genera mayor esfuerzo manual en el proceso de mezclado.

2. Mediante el uso de un diseño para una mezcla que se desarrolló con método de peso y volumen absoluto, utilizando los datos suministrados de la empresa CEMEX Colombia S.A. y Concescol S.A, se logró con precisión la resistencia a la compresión esperada a los 28 días. En los primeros 7 días el concreto con fibra de cáñamo supero la resistencia del concreto normal con un 78.75% de la resistencia esperada y con una diferencia promedio entre los dos concretos de 120 psi; a los 14 días la tendencia se mantuvo, el concreto con fibra de cáñamo soporto mayor carga axial y a los 28 días el concreto con fibra presento una tendencia totalmente diferente, pues se esperaba que este superara la resistencia de 4000 psi, donde igualo la resistencia alcanzada del concreto normal, donde el concreto normal llego con una resistencia de 100.34% y el concreto con fibra llego a un 100.49%, frente a la resistencia calculada en el diseño de mezcla.
3. El tipo de agrietamiento que se logró en los cilindros que fueron sometidos a compresión en los dos concretos fue totalmente diferente, pues mientras que el concreto normal se fracturó en casi toda su totalidad, el concreto con fibra sufrió una fractura parcial, sin perder su forma y con una pérdida o disgregación de material mínima con respecto a la mezcla patrón. Lo anterior es relevante, dado que cuando se presenta una falla en el concreto, la fibra genera mayor tenacidad y evita el rompimiento o desprendimiento total del material, proporcionándole un porcentaje de la ductilidad del concreto carece.
4. Una vez finalizada la prueba de resistencia a la flexión, utilizando el modelo de rotura para determinar la incorporación de fibras de cáñamo producía o no un aumento de la resistencia en comparación con la resistencia teórica prevista. Para

ello, se fabricaron dos vigas que se dejaron curar durante 28 días. Teniendo en cuenta que existe una diferencia del 4,41% entre los valores teóricos adquiridos con respecto a la resistencia a la compresión y los resultados obtenidos, puede decirse con resultados obtenidos son considerados positivos.

5. Las pruebas demuestran que la fibra de cáñamo en el concreto previene el agrietamiento y mejora la aglutinación del material, garantizando que el hormigón permanezca unido durante las roturas en compresión y flexión. Este fenómeno de puenteo mejora la tenacidad de la matriz al impedir que las grietas se extiendan o se abran, ya que la fibra se une a la matriz, impidiendo que se extienda o se abra. Este fenómeno de puenteo es crucial para una estructura de concreto resistente.

El diseño fue experimental, de tipo aplicado, y se utilizó el método científico para cumplir el objetivo de estudiar el análisis del impacto a escoria de cobre sobre pavimentos asfálticos que contienen cantidades significativas de pavimento asfáltico reciclado contra el ahuellamiento y el ensayo de macrotextura utilizando el método científico.

Antecedentes nacionales

Cuba y Humpire, (2019) en su tesis denominada: *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas para un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ usando cemento Yura tipo IP y cemento Wari tipo IP, con la adición de escoria de cobre de la minera Southern Perú, para la ciudad de Arequipa* sustentada en la Universidad Católica Santa María; Arequipa, Perú:

1. Las características del comportamiento estructural del concreto, incluyen capacidad de carga a la compresión, resistencia al trazado, resistencia a la flexión y resistencia a la abrasión, mejoraron al reemplazar parcialmente la escoria de cobre como agregado fino a nuestros diseños de mezclas a comparación de un concreto convencional, donde se obtuvieron mejores resultados utilizando cemento Wari IP a comparación del cemento Yura IP para los concretos $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, además se determinó que el diseño óptimo es con un 30% de reemplazo de escoria de cobre tanto para concretos con cemento Wari IP como para concretos con cemento Yura IP.
2. Se observa, en la granulometría, presencia frecuente de material en determinadas mallas que ha quedado retenido (malla N°16, N°30) en este caso el material retenido de la escoria de cobre en la malla N°16 respecto al agregado fino posee una diferencia de 101.72%, generando que la escoria de cobre sea un material con mayor presencia de finos en esta malla.
3. Con respecto al módulo de finesa son capaces de contemplar al agregado fino acreditando un valor promedio de 2.66 mientras que la escoria de cobre posee un valor de 3.10, según los diseños se hace una ponderación del módulo de finesa, lo cual nos lleva a que el módulo de finesa vaya aumentando correlativamente lo que conlleva a que el volumen del agregado grueso sea menor, es decir que módulo de finesa del agregado fino a mayor sea, disminuye el volumen del agregado grueso
4. Es posible observar que la relación entre la escoria del cobre y agregado granular fino presenta una variación en el caso del peso específico con 34.92%. Debido a los residuos de cobre porque al ser de mayor peso que el agregado fino, nuestro

concreto tendrá un porcentaje específico adicional de peso en comparación con la muestra estándar. Esto indica que el concreto será más denso que la muestra.

5. El material granular fino tiene una incorporación media del 2,22%, con referencia a los residuos de cobre que tiene una capacidad de retención del 0,44%. Pudiendo detectarse en términos de absorción. La disparidad entre ambos es del orden del 404,54%, lo que sugiere que los residuos de cobre no permiten la fuerte característica de retención.

La integración los residuos de cobre, el objetivo principal de esta investigación era investigar las propiedades mecánicas del concreto y determinar el diseño óptimo para cada uno de los dos tipos de hormigón. Para ello se utilizaron dos clases distintos de cemento, a saber, Yura Tipo IP y Wari Tipo IP, en concretos con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, respectivamente. Se diseñó de forma experimental, y la población consistió en dos tipos diferentes de hormigón: $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$. Utilizando metodología de diseño ACI 211, preparándose 480 especímenes (240 especímenes probados en compresión, y 240 especímenes probados en tensión). Estas probetas se evaluaron a los 7, 14 y 28 días de curado. Además, se desarrollaron un total de diez diseños de mezcla, con cinco diseños de mezcla a cada clase de cemento, desarrollándose diseños al 0%, 10% y 20%, y realizaron 36 vigas de concreto y 180 cubos de concreto. Las muestras se ensayaron tras un periodo de curado de 28 días.

Antaurco, (2019) en su tesis denominada *Diseño de concreto permeable para pavimento rígido usando escoria de cobre en el distrito Independencia, Ancash, 2019* sustentada en la Universidad César Vallejo; Huaraz, Perú, llegando a las siguientes conclusiones:

1. Tras realizar un análisis granulométrico de los agregados que se iban a utilizar en la formulación de la mezcla de concreto permeable, se determinaron los resultados. Este estudio propone la utilización de escoria de cobre como material de aplicación, además de los agregados finos y gruesos.
2. Tras realizar un análisis de las cualidades físicas y mecánicas del hormigón permeable, pudimos determinar las siguientes resistencias: Muestra estándar (113,57 kg/cm² a los 7 días, 177,71 kg/cm² a los 14 días y 223 62 kg/cm² a los 28 días), Muestra con 25% de escoria (115,07 kg/cm² a los 7 días, 163,15 kg/cm² a los 14 días, y 237,45 kg/cm² a los 28 días), Muestra con 50% de escoria (121,72 kg/cm² a los 7 días, 163,85 kg/cm² a los 14 días, y 237,45 kg/cm² a los 28 días son los valores de las muestras). 15 kg/cm² a los 14 días y 237,45 kg/cm² a los 28 días), Muestra con 50% de escoria (121,72 kg/cm² a los 7 días, 163,85 kg/cm² a los 14 días y 245,47 kg/cm² a los 28 días) y Muestra con 100% de escoria (108,60 kg/cm² a los 7 días, 163,15 kg/cm² a los 14 días y 249,20 kg/cm² a los 28 días) son los tres tipos diferentes de muestras.
3. La suma de escoria de cobre dio lugar para el desarrollo del diseño de mezcla óptimo para el concreto permeable. Este diseño de mezcla está constituido por la muestra que contiene un 100% de escoria de cobre en sustitución del agregado fino. Debido a que su resistencia media a compresión a 28 días alcanzó los 249,20 kg/cm², presentó valores de permeabilidad de 0,74 y 0,69, lo que indica que tiene una mejor propensión al paso del agua en comparado a las otras muestras. Esto contrasta con las otras mezclas presentadas.
4. Con la nuestra mezcla de concreto anterior, decidimos utilizar la relación agua-

cemento de exactamente 0,35. Esto nos ayudó realizar la mezcla más controlable y también nos permitió tener una mejor trabajabilidad cuando estábamos moldeando las muestras. Además, nos permitió tener una mejor trabajabilidad cuando estábamos moldeando las probetas.

Como propósito principal de la investigación es conocer la fuerza a compresión en todas y cada mezcla que se diseñaron en una estructura proporcional. Se crearon un total de 36 especímenes de prueba, que incluían nueve especímenes de prueba de una mezcla estándar, nueve especímenes de prueba de una mezcla que contenía un 25% de escoria de cobre, nueve especímenes de prueba de una mezcla que contenía un 50% de escoria de cobre y nueve especímenes de prueba de una mezcla que contenía un 100% de escoria de cobre. El estudio es tanto aplicado como explicativo; teniendo como enfoque cuantitativo y su diseño de manera experimental; la muestra contiene los veintiséis especímenes de prueba que mencionaron anteriormente; utilizando la observación como método a utilizar; y el instrumento de registro de datos, se utilizó una guía de observación y las hojas de datos técnicos que puso a disposición el laboratorio de mecánica de suelos y ensayos de materiales; y se utilizó el programa Excel para procesar todos los datos.

Baldoceda y Vega, (2019) en su tesis denominada *Diseño de concreto de alta densidad reforzado con escoria de cobre para atenuar la transmisión de la radiación ionizante* sustentada en la Universidad Ricardo Palma; Lima, Perú, llegaron a las siguientes principales conclusiones

1. Los experimentos y ensayos que varían la aplicación con escoria de cobre sobre el material granular fino demuestran la propiedad densidad como directamente

proporcional para esta concentración. Esto significa que se puede obtener concreto de alta densidad a partir de un 50% de CE. El aumento de densidad oscila entre el 7,07% y el 11,9% en comparación con el concreto estándar. Estos valores conceden adquirir concretos muy densos, lo que corrobora la hipótesis presentada.

2. Los resultados que se obtuvieron sobre las variables que afectarían la capacidad de carga del concreto al aumentar la proporción de escoria de cobre siendo superior a la estándar, alcanzando sus valores máximos entre el 50%EC al 30%EC de concentración. Este límite permite aumentar la capacidad de carga a la compresión y a la tracción del concreto hasta valores superiores al 30% respecto al hormigón estándar, lo que evidencia que el aumento de la concentración con escoria de cobre en el hormigón se traduce al aumento de la resistencia del mismo.
3. Basándose a los rendimientos de las pruebas de irradiación ejecutadas en las losas de concreto, se ha determinado que se demuestra una mayor atenuación en comparación con la mezcla de concreto convencional a medida que aumenta la proporción en escoria de cobre que se utiliza como reemplazo parcial del material granular fino. La mayor concentración del treinta por ciento de CE da como resultado un índice de transmisión inferior al siete por ciento. Esto indica que los valores máximos de atenuación se sitúan entre el noventa y dos por ciento y el noventa y seis por ciento, por lo que se recomienda su uso como protección radiológica.
4. Es necesario hacer un análisis de los ensayos realizados cuando se consideran en su conjunto para obtener el concreto que posee propiedades que lo definen como

extremadamente compacto, muy durable y apto de disminuir la radiación. A partir de los hallazgos obtenidos, es posible constatar a una concentración del 50% de CE produce una densidad de 2699,27 kg/m³, una capacidad por carga a la compresión de 376,7 kg/cm², una resistencia al estiramiento de 30,13 kg/cm², y una reducción a la intensidad luminosa del 93,28%. Estas características lo transforman en una dosificación ideal del concreto, además, siendo homogéneo y trabajable con otras concentraciones. Con base en los resultados de esta investigación, la conclusión que se obtuvo es que es el diseño que mejor se recomienda para el propósito general que se estableció.

El propósito de este estudio era diseñar una mezcla que fuera más trabajable y homogénea, así como optimizar la densidad y resistencia del concreto, además del poder reducir la cantidad de radiación ionizante absorbida del concreto. Debido a que existe una fuerte asociación entre las variables, se utilizó una técnica cuantitativa, que incluyó un diseño experimental, un nivel descriptivo, una clasificación correlacional. En el transcurso del procedimiento de la investigación, utilizando el diseño experimental. Como partida, se utilizó concreto estándar con una resistencia $f'c = 210$ kg/cm². Este concreto producido utilizando la técnica de mezcla de áridos debido a su mayor nivel de fiabilidad. Lo mismo ocurrió con cinco tipos diferentes de diseños de mezcla adicionales que se produjeron para compararlos con la mezcla normal. Estos diseños de mezcla incluían proporciones variados de residuos de cobre como sustituto del árido fino. Estas relaciones eran del 15%, 30%, 50%, 80%, y 100%. Para ello, se creó una población de 144 especímenes con dimensiones de 20 centímetros por 10 centímetros con el fin de evaluar las resistencias a compresión y a tracción a los 28 días. Además, crearon 18 muestras de losas de hormigón con dimensiones de 20 centímetros por 20 centímetros y

espesores de 1,5 centímetros, 2 centímetros y 2,5 centímetros con el fin de realizar estudios de dosimetría de radiación directa. Estas placas se sometieron a rayos X de intensidad constante.

Flores y Fuentes, (2021) en su tesis denominada *Diseño de concreto $f'c=210$ kg/cm² adicionando escoria de cobre para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021*, sustentada en la Universidad César Vallejo; Tarapoto, Perú:

1. Gracias a los resultados a pruebas realizadas en laboratorio, fijaron las propiedades de los componentes de la mezcla, siendo el agregado fino adquirido de la cantera Rio Cumbaza, el agregado grueso de la cantera Huallaga, dicho esto se pudo verificar las propiedades de todos los componentes.
2. Mediante el uso de la hoja técnica que fue proporcionada de la organización Krl abastecedores comerciales se ha logrado determinar las propiedades físicas y químicas de la escoria de cobre, por lo que podemos observar en cuanto nos referimos a las propiedades físicas de color negro/gris, una dureza de 6.5-7 grado-Mohs, índice de reutilizar de 3-4 veces, y un rendimiento de 7 a 12kg/m², en cuanto a las propiedades químicas tenemos Fe=20.10%, un Cu=0.27%, un Pb= 0.25% y un Zn= 1.9
3. Para identificar el diseño ideal de la aleación, que se compone un 80% de concreto y 20% de escoria de cobre, se determinó que el diseño tiene la resistencia de $f'c=269,2$ kg/cm². El diseño también incluye 382 kg/m³ de cemento, 2,6 kg de escoria de cobre, 1007,1 kg/m³ de árido grueso, 734,7 kg/m³ de árido fino y 198,3 litros de agua. Por lo tanto, podemos concluir que nuestro diseño óptimo es superior

al concreto convencional.

4. Observamos una diferencia de variación de aproximadamente S/. 1.50, lo que resulta en un costo ligeramente menor en comparación con el concreto estándar. Se determinó siendo el costo de la combinación adecuada de concreto al reemplazo de 20% de residuos de cobre llegó a ser inferior en relación al concreto estándar, siendo el precio total por m³ de S/. 318.77 y S/. 320.26, en su respectivo orden. Esta fue la determinación que se tomó.

En este caso en particular, se añadirá escoria de cobre a porcentajes variables por alcanzar el objetivo de la investigación, que es evaluar la eficacia de un aditivo diseñado para mejorar la capacidad de carga del concreto. Este estudio se lleva a cabo a nivel experimental y cuasi-experimental, con el objetivo de mejorar la resistencia a la compresión del concreto como variable dependiente. El factor independiente es el diseño del concreto $f'c$, que es igual a 210 kg/cm² y se consigue mediante una adición de escoria de cobre. Determinamos una población de 36 especímenes de concreto, dentro de ello incluía 9 especímenes desarrollados sobre la base de concreto normal y 27 especímenes contruidos con incorporación de residuos de cobre al 10%, 20% y 30%. En total, la muestra constaba de 36 especímenes de hormigón.

Ortiz y Quispe, (2020) en su tesis denominada *Análisis del comportamiento del concreto con la inclusión de escoria de cobre utilizando agregado de las canteras Icu y la poderosa de Arequipa*, sustentada en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa; Arequipa, Perú:

1. El comportamiento del concreto con la incorporación de la escoria de cobre como

parte del agregado fino utilizando agregado de las canteras Icuy de Ilo y la poderosa de Arequipa fue muy positiva, en estado fresco mejoró la trabajabilidad del concreto y en estado endurecido mejoro sus resistencias a la compresión, tracción y flexión del concreto; en ambos agregados (la Poderosa-Arequipa e Icuy-Ilo).

2. Durante el proceso de aumento a la proporción de residuos de cobre por reemplazo del agregado, se observó que mejoró la trabajabilidad del concreto en estado fresco. El SLUMP inicial (del concreto patrón) es de 2 ½” y de 2 ¾”, para los agregados de Arequipa e Ilo respectivamente; mientras que el SLUMP con un 30% de escoria de cobre es de 4” y 4 ½” respectivamente. Y con un 20% de escoria de cobre aumenta a 3 ½” y 4” el asentamiento del concreto con los agregados ya mencionados.
3. La mejor capacidad de carga de compresión obtenida al incorporar el 20% de residuos de cobre en reemplazo del agregado fino tanto para los agregados de Arequipa e Ilo, dando unos valores de 426.72 kg/cm² y de 420.80 kg/cm² respectivamente. Esto quiere decir que con una combinación de 20%/80% (escoria/agregado fino), la resistencia a la compresión tuvo un aumento del 23.10% para el concreto con agregado de Arequipa y del 26.82% para el concreto con agregado de Ilo, respecto al concreto patrón elaborado para ambos agregados.
4. La mejor resistencia a la tracción obtenida es al adicionar un veinte por ciento de residuos de cobre por alternativa del árido fino tanto en los áridos de Arequipa como en los de Ilo, los valores resultantes fueron de 44.43 kg/cm² y de 44.33 kg/cm² en el orden mencionado. Esto quiere decir que con una combinación de 20%/80% (escoria/agregado fino), la resistencia a la tracción tuvo un aumento del 24.51% para

el concreto con agregado de Arequipa y del 25.06% para el concreto con agregado de Ilo, respecto al concreto patrón elaborado para ambos agregados.

5. La mejor capacidad de soportar cargas flexionantes obtenida es al incorporar el diez por ciento de escoria de cobre por sustituir el material granular fino de Ilo y Arequipa, resultando medidas de 73.25 kg/cm² y de 72.35 kg/cm² respectivamente. Esto quiere decir que con una combinación de 10%/90% (escoria/agregado fino), la resistencia a la tracción tuvo una mejora de 13.89% para el concreto con agregado de Arequipa y del 8.78% para el concreto con agregado de Ilo, respecto al concreto patrón elaborado para ambos agregados.

Un componente del concreto, especialmente utilizado como sustituto parcial del árido fino en un porcentaje determinado con precisión, que será identificado en esta investigación, fue el objeto de esta investigación. La escoria de cobre que era creada por la planta de refinado de cobre que estaba situada en Ilo fue el objeto de esta investigación. Para ello, se sugirió incorporar la escoria de cobre al agregado fino en las proporciones de 10%, 15%, 20%, 25%, y 30%. Adicionalmente, se sugirió utilizar dos agregados de diferentes localidades (Arequipa y Ilo) con el fin de definir si esta escoria de cobre también sería utilizada en nuestra localidad y en Ilo.

Bravo y Díaz, (2018) en su tesis denominada *Análisis comparativo de la influencia de la escoria de cobre como sustituto del agregado fino en porcentaje de peso, en la resistencia y consistencia de un concreto $f'c=210$ kg/cm² elaborado con cementos tipo IP y tipo V, mediante pruebas de esclerometría y compresión axial de testigos sometidos a curado por inmersión*, sustentada en la Universidad Andina del Cusco; Cusco, Perú:

1. La resistencia a la compresión de concreto premezclado con cementos de tipo IP o V y previsto para alcanzar una resistencia a la compresión de 210 kg/cm² puede aumentarse, sustituyendo la escoria de cobre por el 35% del peso total del agregado fino para obtener la resistencia a la compresión deseada, lo cual se hace mucho más evidente a los 28 días de curado de las probetas. Además, la consistencia del concreto mejora en la medida que se incrementan los porcentajes de escoria de cobre hasta alcanzar la proporción óptima de reemplazo del agregado fino, que es 35%. De esa forma, se verifica la hipótesis general de la investigación que indicaba que La resistencia a la compresión y la consistencia de un concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con cementos tipo IP y tipo V, mediante pruebas de índice de rebote y compresión axial de testigos sometidos a curado por inmersión, mejorará con la sustitución del agregado fino por escoria de cobre en proporción de peso, comparado con un concreto patrón.
2. Se demuestra que cuando el agregado se sustituye por residuos de cobre, a proporción de cobre respecto al peso total del agregado se reduce al 35%, la resistencia a la compresión del concreto, fabricado con cemento tipo IP o tipo V, se optimiza pues eleva su resistencia en una proporción real de 37% cuando se emplea cemento tipo IP, y 39% cuando se utiliza cemento tipo V, respecto a un concreto patrón (0% de escoria de cobre). Así, se corrobora la validez de la hipótesis que decía que «Se optimizará la resistencia a compresión del concreto con la sustitución del agregado fino por escoria de cobre en proporciones porcentuales de peso.
3. Si se realizara un análisis más profundo de los resultados de la investigación de

compresión axial que se llevó a cabo durante la investigación, se ha determinado que hay un crecimiento de la capacidad de carga del concreto después de siete, catorce y veintiocho días de curado por sumersión de las probetas. Es razonable suponer que el aumento de la resistencia es superior en los días iniciales del periodo de envejecimiento del concreto. Por lo tanto se determina si la hipótesis es válida o no: Cuando el concreto se sumerge en agua, la resistencia de este aumentará a los 7, 14 y 28 días después del proceso de curado. Esto se debe a que el concreto podrá soportar la adición de cobre en medidas de acuerdo a su peso.

El objetivo de este estudio era explorar el impacto del reemplazo del agregado fino por escoria de cobre en composición porcentual del peso. Para ello, realizaron ensayos de índice de rebote y fuerza de compresión en dirección axial en testigos cilíndricos de hormigón curado por sumersión. Se llevó a cabo una investigación de diseño experimental al respecto. Para la construcción de las probetas se utilizó piedra triturada de tres cuartos de pulgada por la cantera Huacarpay, arena de la cantera Cunyac, cementos tipo IP y tipo V. Además, se investigó el impacto de la EFC sobre la firmeza de la composición fresca y la capacidad de carga a la compresión de un concreto firme. Tras la elaboración y evaluación de los datos, se descubrió sobre el asentamiento de la composición contiene un patrón de desarrollo lineal siendo inmediatamente proporcional a la proporción de escoria. Esto se descubrió a medida que aumentaba la proporción de arena sustituida por escoria de cobre. De forma similar, se descubrió que la capacidad de carga a la compresión de los especímenes creados por el cemento tipo IP aumentaba hasta 65.974 kg/cm² cuando se utilizaba escoria de cobre para sustituir el 35% del árido fino. Por otro lado, la capacidad de carga a la compresión por los

especímenes fabricados del cemento de tipo V aumentó a 88.789 kg/cm².

2.2. Bases teóricas o científicas

Residuos de fundición de cobre

- **Residuos de fundición**

Durante las etapas de fusión y transformación, se producen subproductos conocidos como escorias.

- **Definición**

Los residuos de cobre, a menudo conocidos como escorias, son una sustancia química que se produce como subproducto de muchos procesos pirometalúrgicos. Este material de desecho no sólo se origina en la etapa de conversión, donde se produce a través de la oxidación de compuestos químicos, sino que también se origina en el proceso de fusión, cuando se forma desde los óxidos de la carga del horno. Ambos procesos se consideran el origen de este material de desecho. La escoria de cobre es un material que contribuye a la contaminación; estudios anteriores han demostrado que contiene sobre todas cantidades significativas de óxido de hierro (FeO, Fe₃O₄), óxido de calcio (CaO), óxido de sílice (SiO₂) y óxido de aluminio (Al₂O₃). Las escorias de cobre es un material contaminante. Estas escorias se abandonan o almacenan en diversos lugares, lo que provoca una serie de resultados desfavorables, como la degradación ambiental en playas, la degradación de la integridad del suelo y del líquido vital, la recolocación de la vegetación y los animales, la pérdida de recursos económicos, y la modificación de lugares históricos (Cuba y Humpire, 2019).

Es fundamental poseer información y definiciones sólidas sobre la definición de escoria de cobre, de cómo se produce, la influencia que produce en términos de contaminación, utilización de este componente sustituto a la reducción de la degradación ambiental y gestión para la aplicación de residuos de cobre. Esto se debe a que la escoria de cobre es el material que se utilizará en esta investigación. Se deben estudiar las características de los residuos de cobre y los diversos usos de su uso, Por otra parte, además de realizar un análisis fisicoquímico para conocer su composición. Esto con el fin de determinar si es factible o no el uso de los residuos de cobre como compuesto de reemplazo dirigido a la industria de construcción como material granular fino (Correa, 2017).

El residuo que se crea cuando se funden los concentrados de cobre, el residuo que se produce se denomina residuo, es lo que denominamos chatarra. El hierro y otros elementos metálicos que se encuentran en el mineral concentrado son fijados en su mayor parte por la escoria, que lo hace creando sustancias estables, con sílice como componente fundente. La escoria se extrae de los hornos y se deposita en vertederos (Consejo Minero, 2002).

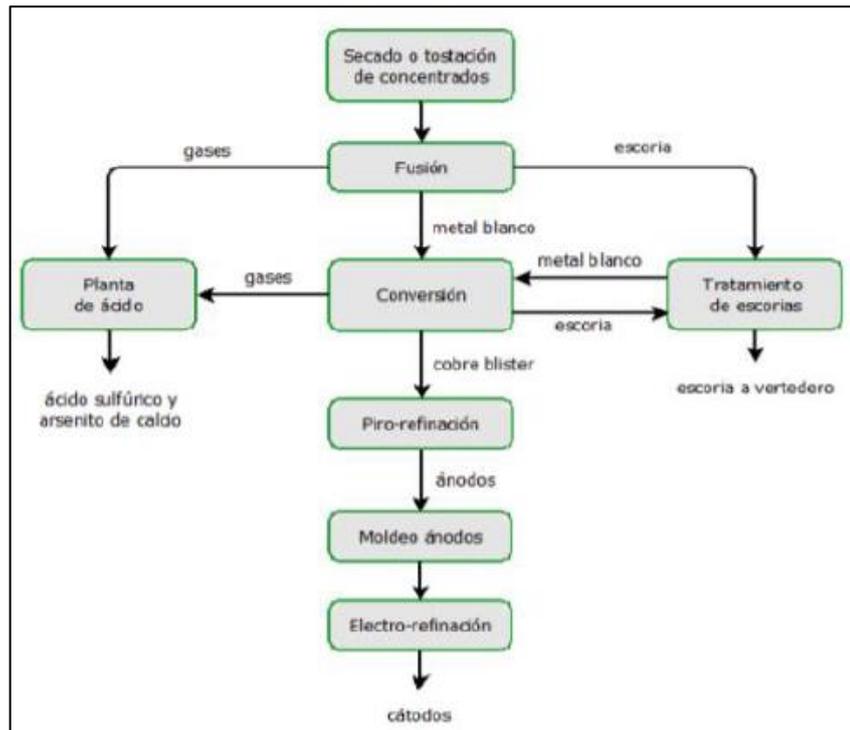


Figura 1. Proceso pirometalúrgico del cobre. Tomado de Análisis comparativo de las propiedades mecánicas para un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ usando cemento Yura tipo IP y cemento Wari tipo IP, con la adición de escoria de cobre de la minera Southern Perú, para la ciudad de Arequipa, por Cuba y Humpire, 2019, p.12.

- **Características de la escoria de cobre**

Los procesos pirometalúrgicos de alto horno en las fundiciones producen una gran cantidad de residuos, que es lo que es este producto. Los concentrados de cobre que se producen durante el proceso de fundición se separan de la materia que se desecha, y así es como se genera. Un proceso químico ocurrido en el pasado hace que este material vítreo adquiera un tinte oscuro (Baldoce y Vega, 2019).



Figura 2. Escoria de cobre. Tomado de “Diseño de concreto de alta densidad reforzado con escoria de cobre para atenuar la transmisión de la radiación ionizante”, por Baldoce y Vega. 2019. P.16

- **Tipos de escorias de cobre según su proceso**

- ✓ **Escorias de reverberos**

La escoria del reactor experimenta disminuciones en sus propiedades que varían entre el 65% y el 80% del total. La parte restante de la escoria se compone de cobre oxidado y sulfurado soluble, y el reactor de reverbero es responsable de la mayor parte del sulfuro. Todos los sulfuros presentes en la mata del horno de reverbero son responsables de la disminución de los óxidos de hierro y cobre presentes en esta escoria a lo largo del proceso de reciclado. Algunas fundiciones tienden a tratar las escorias de forma independiente, por lo que ha supuesto una reducción considerable de las mermas de cobre y un aumento de los tonelajes de fabricación (Baldoce y Vega, 2019). Esto ha dado lugar a un notable aumento de la cantidad de cobre que se produce.

- ✓ **Escorias de horno flash y procesos de fusión conversión continuos**

Es necesario ejercer un control menos severo sobre la escoria que se recoge del reactor de fundición cuando se utiliza el procedimiento individual sobre la escoria al alcanzar el grado de las escorias al sesenta o sesenta y cinco por ciento de cobre. La cantidad total de cobre presente en la escoria oscila entre el nueve y el doce por ciento. El cobre se disuelve como óxido en aproximadamente la mitad de los casos, mientras que el cobre restante queda atrapado como cobre mate o metálico. (Ver figura 3).

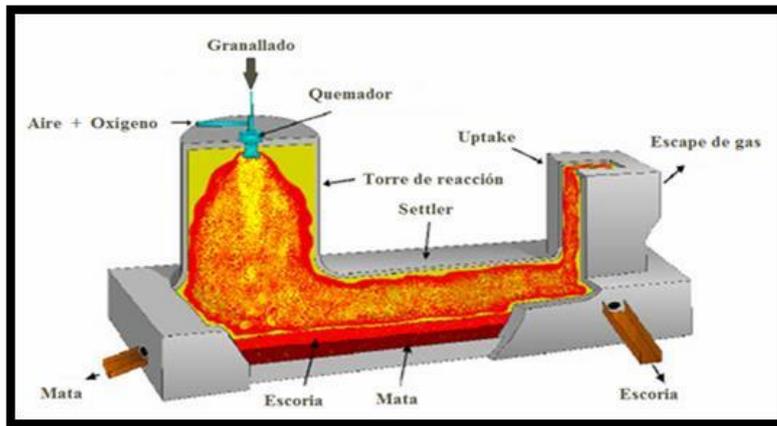


Figura 3. Proceso de fusión en horno de fusión flash. Tomado de “Diseño de concreto de alta densidad reforzado con escoria de cobre para atenuar la transmisión de la radiación ionizante”, por Baldoce y Vega. 2019. P.17

✓ Escorias de convertidor

De forma similar al proceso de fundición, los residuos de cobre están formados por moléculas de cobre disueltas, que incluyen óxidos y sulfuros (óxidos principalmente), cobre opaco y cobre atrapado. El método de flotación para tratar las escorias se está utilizando actualmente en algunas fundiciones, mientras que la limpieza con horno eléctrico se está empezando a utilizar en otras fundiciones. Es esencial tener en cuenta una adición adecuada de fundentes en relación con el flujo de aire que se está utilizando en el proceso de los convertidores con el fin de garantizar la escoria adecuada (Baldoce y Vega, 2019).

• Principales usos de la escoria de cobre

Debido a los volúmenes, los costos que se utilizarán y la influencia inmediata sobre naturaleza, se considera que la adecuada alternativa es utilizar escoria de cobre de la Refinería y Fundición por agregado grueso en la construcción y reparación de vías en las inmediaciones de la planta, por ejemplo, los caminos que transportan a ella, ya sea a nivel comunal como provincial. Esta es la alternativa que se considera

más ventajosa. En las líneas de ferrocarril, donde se utiliza como lecho sólido y firme que proporciona estabilidad y soporte, así como en los lastres de los barcos, donde se puede disfrutar es donde lo encontramos. Su bajo coste por metro cúbico, la alta velocidad de corte que ofrece, el hecho de que produce muy poco polvo y no es peligroso para la salud, y el hecho de que facilita la eliminación de la pintura, los revestimientos exteriores y la corrosión de las estructuras industriales son las razones por las que se utiliza tan comúnmente. Este material se utiliza para pavimentación ya que es robusto, resistente, reutilizable y estéticamente agradable debido al hecho de que se le puede dar una variedad de formas (Cuba y Humpire, 2019).

La implementación de maquinaria de chorro de aire comprimido para ejecutar el chorreado, pulido y arenado a las superficies materiales de estructuras metálicas. En comparación con otros métodos más convencionales, como las partículas de polímero o el chorreado de vidrio, entre otros, la escoria se distingue por su alto nivel de abrasividad y su amplia aplicación. En la construcción de carreteras, la grava se utiliza en bases granulares. Tanto en Estados Unidos como en Europa, ya se ha empleado extensamente con el fin de fortalecer las capas de base y subbase en autopistas y carreteras de todo el mundo.

El cobre puede recuperarse de su escoria mediante el uso de técnicas de separación por flotación, lo que permite aprovechar todo el potencial del metal y optimizar sus procesos de producción en el ámbito de la metalurgia. el balasto de los trenes es un material que sirve para múltiples propósitos, como la atenuación de las vibraciones, la distribución uniforme de las presiones de las vías al suelo y el drenaje de las precipitaciones. Para su uso como muros de separación, estructurales o de contención, bloques prefabricados de hormigón que han sido moldeados con escoria. Además de una mejora considerable de la impermeabilidad, esto se traduce en una

reducción significativa del coste de los materiales (Baldoce y Vega, 2019).

Debido a su escasa conductividad térmica, los ladrillos refractarios se utilizan para la construcción de muros en diversas aplicaciones, como hornos de fundición, calderas industriales y hornos rotatorios de cemento. Esto se debe a que tienen la capacidad de tolerar temperaturas elevadas sin experimentar cambios físicos, químicos o mecánicos como consecuencia de ellas. El material es ideal para terrazas y rellenos localizados debido a su capacidad para extenderse y compactarse fácilmente, así como a su densidad de compactación significativamente menor en comparación con los agregados tradicionales. Su aplicación es muy apropiada para el proceso de estabilización de suelos húmedos y blandos, que es el paso inicial de la construcción del terraplén una vez construido. La escoria, que se utiliza mayormente por aislante térmico y se presenta como paneles con el fin de mantener las estructuras, así como tuberías, suelos, puertas y tabiques así se presenten altas y/o bajas temperaturas, y protección pasiva frente a incendios a la industria de bienes raíces o en situaciones en las que la protección contra el fuego representa un riesgo inminente (Baldoce y Vega, 2019).

El residuo es capaz de utilizarse en la creación de clínker de cemento por reemplazo parcial de los minerales sílice y hematita en la elaboración de mezclas brutas, por lo que redundaría en un abaratamiento de los costes de producción de cemento en comparación con el cemento que no contiene escoria de cobre. Los adoquines, las bermas y las aceras, así como el chorro de arena industrial, son aplicaciones de este material. Se ha informado de que la sustitución de arena por escoria fina para la elaboración de concreto puede variar hasta un treinta por ciento, con el resultado de un aumento de la resistencia a medida que aumenta el porcentaje de sustitución. Tienen mayor densidad que los agregados convencionales, y se

utilizan en la construcción de carreteras, así como en obras sencillas de concreto (Cuba y Humpire, 2019).

- **Gestión de residuos de la escoria de cobre**

La disminución significativa en la cantidad de contaminación que se encuentra en el medio ambiente en la ciudad de La Oroya sería el resultado de una gestión eficaz de los residuos. La identificación de pilas y depósitos de escoria de cobre incluye lo siguiente: La primera etapa y la más importante es determinar dónde está localizada el almacén o donde se vierten los residuos ubicados en las diferentes minas. Esto con el fin de adquirir información respecto a la extracción, producción y almacenamiento de estos minerales, lo cual nos ayudará a establecer un marco legal que ayude a la obtención de permisos. Para una adecuada gestión se tiene (Morón, 2018).

Las escorias de cobre se clasifican según su aplicación de la siguiente manera: Durante este proceso se evalúa y revisa la información sobre propiedades de la escoria de cobre. Además, el objetivo de este proceso es categorizar la escoria de cobre y elaborar una ficha que contenga información sobre su clasificación. Es necesario que la categorización sea técnica, informativa y exacta debido a la importancia del lugar donde se desechan y/o depositan. Requerir la escoria de cobre: Es el procedimiento por donde se clasificará y caracterizará como elemento a la producción de concreto. En este proceso es informativo, cuantitativo, cualitativo, técnico, descriptivo y comparativo. Adicionalmente, se necesita determinar si es factible o no su aplicación como compuesto sustituto en la construcción, identificando las características y propiedades [Morón, 2018].

La implementación de escorias de cobre en compañías de construcción con el fin de utilizarlas en proyectos: En este proceso se determinará la utilización de

residuos de cobre como agregado o cemento. Además, se realizará un análisis de costes unitarios y se revisarán las especificaciones técnicas que requiere el proyecto en diferentes partidas. Además, el objetivo en este proceso es sustituir total o de forma parcial el cemento o al agregado en función de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de la escoria de cobre.

Con respecto a los proyectos, el suministro y la retroalimentación: Siendo el procedimiento final que aportará y optimizará los procedimientos que se han mencionado anteriormente, así como generar la aprobación al uso de escoria de cobre como compuesto sustituto para su aplicación en la industria de la construcción con el fin de reducir la contaminación ambiental (Morón, 2018).

Propiedades mecánicas del concreto

Son características que detallan la forma de actuar del concreto al emplearle fuerzas al concreto endurecido pasado los 28 días de fraguado.

- **Ensayos del concreto en estado endurecido**

- ✓ **Resistencia a la compresión**

La resistencia a la compresión de la probeta se determinó calculando el cociente que se obtuvo sobre carga de máximo grado que fue aplicada sobre el área media de la probeta antes de romperse. Al realizar el ensayo, se aplica una carga axial en la parte superior de la probeta de forma continua hasta que ésta se rompe. Además de que la mayoría de las cualidades del concreto mejoran con el aumento de capacidad de carga compresiva, la forma más fácil de evaluar el concreto es mediante su capacidad de carga a la compresión. El concreto tiene una capacidad de compresión definida a la mayor carga que puede aplicarse a una unidad de superficie de una probeta antes de que esta falle debido a la

compresión (agrietamiento o fractura) (García, 2017).

Se trabaja con la norma NTP 339.034, ASTM C-39. La característica mecánica fundamental del concreto radica en su capacidad para soportar cargas de compresión. Se expresa en términos de tensión, normalmente en kilogramos por centímetro cuadrado, y se describe como la resistencia a la compresión. Realización del cálculo de la resistencia a la compresión (Ortiz y Quispe, 2020):

$$f_c = P/A$$

Donde:

f_c : Resistencia a la Compresión del Concreto (kg/cm²).

P: Máxima Carga Aplicada (kg).

A: Área de la Sección (cm²).

El procedimiento que se realiza es el siguiente:

Las probetas que vayan a someterse a ensayo deberán sacarse del estanque de curado y colocarse en un lugar donde puedan secarse a temperatura ambiente. Después de tomar tres medidas del diámetro de las probetas con la ayuda del vernier, se utilizará la media de estas medidas para calcular el área de la sección. Esto se hará para garantizar la exactitud de los resultados. Las almohadillas de neopreno se colocarán encima de la probeta. Es importante asegurarse de que la capacidad de carga se mantiene dentro de una escala de 0,15 a 0,35Mpa/s cuando el testigo se coloca sobre la máquina de compresión de forma centrada hasta que se lleva a cabo la rotura.

✓ **Resistencia a la tracción**

Se trabaja con la norma NTP 339.084, ASTM C-496. Al realizar esta técnica de ensayo en particular, se aplica una energía de prensamiento diametral

aplicada en toda su longitud de una probeta cilíndrica de concreto a un ritmo que se ha especificado de antemano hasta que la probeta falla. Antes que la probeta falle bajo por la fuerza de tracción por la energía de prensamiento diametral, la velocidad aplicada es continua y sin impacto a un ritmo constante que oscila entre 689 kPa/min y 1380 kPa/min. Esto continúa hasta que la probeta no puede soportar la tensión. Para determinar la capacidad de carga a la tracción por compresión diametral del testigo, es utilizando la siguiente fórmula (Ortiz y Quispe, 2020): $T=2P/(\pi Id)$

Donde:

T: Resistencia a la tracción por compresión diametral, (kPa).

P: Máxima carga aplicada indicada por la máquina de ensayo, (KN).

I: Longitud, (m).

d: Diámetro, (m).

✓ **Resistencia a la flexión**

Se trabaja con la norma ASTM C-78, ASTM C-293. Es posible medir la resistencia a la tracción del concreto refiriéndose al mismo tiempo a su resistencia a la flexión. En el caso de una viga o losa de concreto no armado, es una medida de la resistencia al fallo por momento. Se puede medir ejerciendo cargas a vigas de concreto las cuales deben de tener una sección transversal de 150 milímetros por 150 milímetros y por lo menos una luz de al menos tres veces el espesor. El módulo de rotura (MR) es el grado de la capacidad de carga a la flexión que es expresada en libras por pulgada cuadrada (MPa). La resistencia a la flexión puede evaluarse utilizando las especificaciones de ensayo ASTM C78 (cargado en los tercios) o ASTM C293 (cargado en la mitad). Es posible determinar la resistencia

a la flexión utilizando la fórmula que se presenta a continuación (Ortiz y Quispe, 2020).: $M_r = (P * L) / (b * d^2)$

Donde:

Mr: Modulo de Rotura (kgf/cm²).

P: Máxima carga aplicada indicada por la máquina de ensayo (kgf).

L: Distancia entre apoyos.

b: Ancho promedio del espécimen (cm).

d: Peralte promedio del espécimen (cm).

2.3. Definición de términos

Agregados: Los áridos, a menudo denominados agregados, son elementos inertes y granulares que pueden ser naturales o artificiales. Estos materiales, cuando el cemento Portland y el agua se combinan, se aglomeran formando una estructura sólida, formando un elemento compactado que más comúnmente se denomina mortero u hormigón (Ortiz y Quispe, 2020).

Agregado Fino: Es decir, están repartidos entre los tamices n° 4 y n° 200 (Alva y Valera, 2020). Son los materiales capaces de atravesar el tamiz 3/8 con facilidad.

Asentamiento del concreto: es un elemento esencial en el diseño del hormigón que no solo afecta a características del material en estado reciente, como su manejabilidad y fluidez, sino también a la resistencia del material una vez endurecido (Baldoce y Vega, 2019).

Cemento: El cemento es un material pulverizado de color gris, el cual, combinado con la

arena, la piedra y el agua, forma una mezcla capaz de endurecer ya sea expuesto al aire como sumergido en el agua, hasta formar compuestos estables (Ortiz y Quispe, 2020).

Cemento tipo V: El cemento es de suma importancia para esta investigación. Este producto tiene una fuerte resistencia a los sulfatos, lo que lo hace muy recomendable para su uso en situaciones extremadamente duras. Utilizada para concretos sometidos al contacto severo de los sulfatos, mayormente en situaciones en las que el suelo y las aguas subterráneas tienen una alta concentración de sulfatos (Bravo y Díaz, 2018).

Cemento tipo IP: En la construcción de estructuras que requieren propiedades particulares del concreto, como resistencia, durabilidad, permeabilidad, etc., así como el calor de hidratación y la plasticidad que puede manifestar la mezcla fresca, se utiliza el cemento Portland tipo IP. El empleo de este tipo de cemento es mayormente para construcción de estructuras por la industria de la construcción. Se obtiene pulverizando clinker Portland y puzolana de manera uniforme e íntima, para luego agregar sulfato de calcio a la mezcla (Bravo y Díaz, 2018).

Concreto: El concreto, que se parece a la piedra, se produce combinando cuidadosamente agua, arena, cemento y agregados u otros áridos. A continuación, este conglomerado se solidifica y se le da la forma y el tamaño deseados. El concreto es una sustancia parecida a la piedra. Hay agregados finos y gruesos que constituyen la mayor parte del material (Bravo y Díaz, 2018).

Dosificación del concreto: Es la evaluación de las proporciones de los componentes que forman el concreto, que incluyen cemento, agua, árido grueso, árido fino, aire integrado,

aditivos y aditivos, para conseguir los niveles más altos posibles de resistencia y durabilidad (Baldoce y Vega, 2019).

Escorias de reverberos: Las pérdidas mecánicas totales en la escoria de este reactor oscilan entre el 65% y el 80%. La parte restante relaciona al cobre oxidado y sulfurado en para el caso del reverbero, en su mayoría es parte de cobre sulfurado (Baldoce y Vega, 2019).

Escorias de horno y procesos de fusión: Es necesario ejercer un nivel de control menos estricto sobre la escoria que se recupera del reactor de fundición cuando se utiliza el tratamiento por separado de la escoria cuando se considera que la ley de las matas se sitúa entre el 60 y el 65% de cobre (Baldoce y Vega, 2019).

Escorias de convertidor: De forma similar a la fundición, los residuos de conversión contienen componentes de cobre disueltas en forma de óxidos y sulfuros (óxidos principalmente), cobre atrapado mecánicamente y mata (Baldoce y Vega, 2019).

Resistencia a la compresión: Se trabaja con la norma NTP 339.084, ASTM C-496. Este procedimiento de ensayo, se aplica una fuerza de compresión diametral a toda la longitud de una probeta cilíndrica de concreto a una velocidad predeterminada hasta que la probeta falla (Ortiz y Quispe, 2020).

Resistencia a la flexión: Se trabaja con la norma ASTM C-78, ASTM C-293. La resistencia a la flexión del concreto es una medida de la resistencia a la tracción del concreto (Ortiz y Quispe, 2020)

Segregación: Existe una tendencia a que se produzca la división de los materiales que componen el concreto, y esto puede ocurrir tanto por una mezcla excesivamente seca como por una mezcla extremadamente húmeda (Carvajal y Terreros, 2016).

Trabajabilidad del concreto: La homogeneidad con la que el concreto fresco puede mezclarse, transportarse, compactarse y colocarse viene determinada por la propiedad del concreto fresco. La consistencia de la mezcla viene definida por el grado de humectación de la misma. La consistencia de la mezcla puede ser seca, fluida o plástica, estando como las más ideales por la mayor fluidez convenientemente a la maleabilidad del concreto (Baldoce y Vega, 2019).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Los residuos de fundición de cobre influyen significativamente en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.

2.4.2 Hipótesis específicas

- a) Los residuos de fundición de cobre al 10 % influyen significativamente en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.

- b) Los residuos de fundición de cobre al 20 % influyen significativamente en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.

- c) Los residuos de fundición de cobre al 30 % influyen significativamente en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.
- d) Los residuos de fundición de cobre al 10 % influyen significativamente en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.
- e) Los residuos de fundición de cobre al 20 % influyen significativamente en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.
- f) Los residuos de fundición de cobre al 30 % influyen significativamente en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

Variable Independiente (X): Residuos de fundición de cobre

La escoria es el residuo que se crea durante la etapa de fundición de los concentrados de cobre. Se produce como subproducto de la operación de fundición, así como del proceso de conversión (Consejo Minero, 2002).

Variable Dependiente (Y): Propiedades mecánicas del concreto

Se incluyen las propiedades que definen el comportamiento del hormigón, en el caso de que se apliquen fuerzas al concreto que ha endurecido durante un periodo de 28 días de fraguado (García, 2017).

2.5.2. Definición operacional de la variable

Variable Independiente (X): Residuos de fundición de cobre

La escoria de cobre es un ejemplo de los sólidos vítreos que permanecen en el crisol de los hornos de fusión de metales una vez finalizado el proceso de fusión.

Variable Dependiente (Y): Propiedades mecánicas del concreto

Las propiedades mecánicas del concreto se utilizan en el proceso de diseño de estructuras de concreto simple, concreto armado y concreto pretensado. Por ejemplo, la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción y la resistencia a la flexión son algunas de las más significativas.

2.6. Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente Residuos de fundición de cobre	En los procesos de fusión y conversión se generan escorias; y vienen a ser el residuo producido durante la etapa de fundición de los concentrados de cobre (Consejo Minero, 2002).	Vienen a ser las sustancias vítreas que sobrenadan en el crisol de los hornos de fundir metales, como las escorias de cobre	Escorias de reverberos	Sulfuros Óxidos
			Escorias de horno y procesos de fusión	Mata de 60-65% de cobre Mata de 9-12% de cobre
			Escorias de convertidor	Sulfuros Óxidos
Variable Dependiente Propiedades mecánicas del concreto	Son propiedades que describen el comportamiento del concreto al aplicarle fuerzas al concreto endurecido pasado los 28 días de fraguado (García, 2017).	Para el diseño de estructuras de concreto simple, de concreto armado, de concreto pre esforzado, se utilizan las propiedades mecánicas del concreto endurecido. Entre las más importantes se tiene: resistencia a la compresión, tracción y flexión.	Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión	Kg/cm ² Kg/cm ²

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

Debido a que puede ser un sistema de investigación ampliamente empleado más que cualquier otra cosa en el proceso de producción de conocimiento científico, el enfoque que se empleó es el método científico. Este método científico es una metodología de investigación la cual garantiza que los criterios de medición y las pruebas empíricas, además se acatan a pruebas del razonamiento, son componentes obligatorios del proceso de investigación. El empirismo y la medición son los cimientos sobre los que debe construirse cualquier cosa para que pueda calificarse de científica. Además, debe estar abierto a la aplicación del razonamiento. Según Hernández y Mendoza (2018), se evidencia sobre el método científico como una clase de análisis que, principalmente, nos posibilita diferenciar los acontecimientos científicos de otro tipo de experiencias. Debido a que la técnica deductiva, también conocida como razonamiento deductivo, es un argumento en el que la conclusión se deduce de las premisas, se utilizará esta forma particular como método específico.

3.2. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo aplicada, que el propósito primordial de la investigación aplicada es poder ofrecer respuestas a problemas acuciantes que se plantean en el mundo real para provocar una modificación sobre las condiciones asociadas al acontecimiento cual se

investiga. A fin de cumplir las condiciones estipuladas por la población, siendo el propósito de descubrir soluciones a las dificultades que ocurren en el mundo. No sólo emplea los datos recibidos mediante la investigación fundamental, sino que también investiga acontecimientos y eventos que se podrían aplicar en la vida real. No obstante, no hay límite a aplicar simplemente esos conocimientos. Por otra parte, nuestro objetivo es reunir conocimientos nuevos y especializados del fenómeno objeto de nuestra investigación. A pesar que este ámbito concreto de investigación ya tiene una cantidad significativa de conocimientos, teniendo como propósito de este estudio concreto en hacer un esfuerzo por mejorar una parte de la realidad existente. Este tipo de investigación es capaz de interpretarse de muchas maneras, siendo una de ellas el esfuerzo por mejorar la situación actual por medio de una acción que induzca modificaciones en el entorno. Este tipo de investigación también puede interpretarse como un esfuerzo por llevar a cabo al planeta un ambiente más saludable por medio de la obtención de información sobre un tema en particular (Sánchez, 2019).

3.3. Nivel de investigación

En el nivel explicativo, la atención se centra en el análisis de la influencia que la variable independiente ejerce sobre la variable dependiente. Esto incluye ofrecer una explicación de las condiciones que hacen que tanto la variable independiente como su incidencia en la variable dependiente sean dinámicas. Adicionalmente, el nivel explicativo se centra en los efectos que la variable independiente tiene sobre la variable dependiente y cómo se explica en el contexto del estudio (Sánchez, 2019). De acuerdo a esto, se puede mencionar que la presente investigación fue de nivel explicativo.

3.4. Diseño de investigación

Se tuvo un diseño experimental, ya que son métodos utilizados y apropiados para las operaciones de investigación cuantitativa. Por otra parte, el término "experimento" puede

entenderse de dos formas distintas: la general y la específica. Alternativamente, el segundo se referiría al estudio en el que se manipulan intencionadamente una o más variables independientes (supuestas causas - antecedentes) para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos - consecuentes) dentro de una situación de control creada por el investigador (Príncipe, 2018). El primero se centraría en la necesidad de aplicar una determinada acción o estímulo y, a continuación, observar los resultados de dicha acción o estímulo.

O_1 : Observación inicial

X : Tratamiento

O_2 : Observación final

3.5. Población y muestra

Población:

La población estuvo constituida por 36 probetas de concreto para los ensayos de resistencia a compresión y 24 vigas de concreto para los ensayos de resistencia a la flexión, donde está incluido la mezcla base y los que tienen la integración de escoria de cobre al 10%, 20% y 30%, y se realizó la rotura de probetas y vigas de concreto a los 7 días, 14 días y 28 días, de resistencia de 210 kg/cm² según la normativa vigente.

Muestra:

Es una pequeña porción de la población que tiene la posibilidad de contribuir con información respecto a la condición del ítem de estudio (Sánchez, 2018). Es una fracción de la población que la representa, y es una porción muy modesta de la población. La muestra fue censal, debido a que se tomaron a todos los elementos de la población.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas de recolección de datos:

Según Silvestre y Huamán (2019), las técnicas de investigación han sido definidas como un conjunto de procedimientos que son utilizados por el investigador con el fin de lograr objetivos particulares o manejar un tema en particular. Como resultado de que los hechos presenciados se mantuvieron sin alteraciones, se utilizó la observación estructurada como una de las tácticas. Durante la etapa de la documentación, pusimos un enfoque semejante en el examen de materiales importantes para nuestra investigación, junto con libros, revistas y otras publicaciones. También se empleó la datos obtenida mediante el Internet.

3.6.2. Instrumentos:

Según Silvestre y Huamán (2019), Son los papeles que se utilizarán para obtener la información necesaria para el proceso de investigación. Las hojas de observación, que son formatos para experimentos de laboratorio, se encuentran entre los instrumentos que se utilizan, además del equipo necesario para llevar a cabo las pruebas estandarizadas. Para facilitar las comparaciones y la elaboración de conclusiones sobre el tema de la investigación, estas fichas contendrán información técnica específica bastante detallada.

3.7. Procesamiento de la información

A efectos de la investigación, se realizaron pruebas con distintas proporciones de adición de residuos de fundición de cobre. Cada uno de los resultados se compararon con la normativa peruana que se ocupa de este tema. Esta normativa nos proporcionó los parámetros y criterios de diseño, y también hicimos uso de medios estadísticos como tablas y figuras.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Se utilizó Excel para crear diseños que incluyeron tablas y gráficos con el fin de comparar y demostrar los efectos de los residuos de fundición de cobre sobre las cualidades mecánicas del concreto utilizado para pavimentos en vías urbanas de la ciudad de La Oroya. Estos diseños fueron elaborados con la finalidad de demostrar los resultados de la comparación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En este capítulo se presentan las conclusiones más significativas de la investigación. Estos hallazgos revelan que los resultados de los residuos de fundición de cobre tendrían un impacto directo y considerable en las propiedades mecánicas del concreto que se utiliza para pavimentos de carreteras urbanas. Estos descubrimientos resultarán en la generación de conocimiento clave para la implementación de reformas de esta área por parte de gobiernos locales, gobiernos regionales, e incluso empresas privadas preocupadas con respecto a este tema.

El objetivo principal de esta investigación fue determinar los efectos que tienen los residuos de la fundición de cobre sobre las características físicas del concreto relacionadas con su comportamiento bajo carga, específicamente refiriéndose a los pavimentos que se utilizan en las vías urbanas de la ciudad de La Oroya. Para ello, presentaremos los resultados de la recolección de datos de manera objetiva y lógica, e incluiremos un análisis estadístico de los datos pertinentes a la discusión. Se presentarán en forma de tablas y figuras, se analizarán de acuerdo con los supuestos que se han proporcionado y se mostrarán los valores que se han calculado para ellos. Es importante señalar que el contenido de este capítulo abarca únicamente las tablas que constituyen la información más pertinente y significativa que permitirá invalidar o validar cada una de las hipótesis

que se han propuesto. Es fundamental tener en cuenta este factor.

Caracterización del área de investigación

Región : Junín

Provincia : Yauli



Figura 4: Ubicación geográfica de los distritos de la provincia de Yauli



Figura 5: Ubicación de la provincia de Yauli

Los resultados de los residuos de fundición de cobre en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022

Se ejecutó el proceso de caracterización del agregado grueso, agregado fino y del residuo de fundición de cobre, con los resultados se procedió a realizar el diseño de mezcla para luego realizar las probetas adicionando el residuo de fundición de cobre en un 10%, 20% y 30% para luego comparar los resultados. Se aprecia que los resultados de resistencia a la compresión en probetas cilíndricas, representados por el concreto convencional o patrón de la incorporación de residuo de fundición de cobre, van aumentando de acuerdo incrementa la edad del concreto, alcanzándose a los 7 días, 14 días y 28 días.

Tabla 2. Resistencia a la compresión de las muestras patrón

Probeta	Muestra	Edad	Resistencia a la compresión f'c (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a la compresión f'c (kg/cm ²)
M-1		7	196	
M-2		7	192	199
M-3		7	210	
M-4	Probeta diseño convencional	14	208	
M-5		14	209	208
M-6		14	208	
M-7		28	244	
M-8		28	237	242
M-9		28	245	

Tabla 3. Resistencia a la compresión de las muestras con 10% de residuos de fundición de cobre

Probeta	Muestra	Edad	Resistencia a la compresión f'c (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a la compresión f'c (kg/cm ²)
M-1		7	254	
M-2		7	250	250
M-3		7	246	
M-4	Probeta diseño 10% residuo de fundición de cobre	14	286	286
M-5		14	285	
M-6		14	285	
M-7		28	305	
M-8		28	304	303
M-9		28	301	

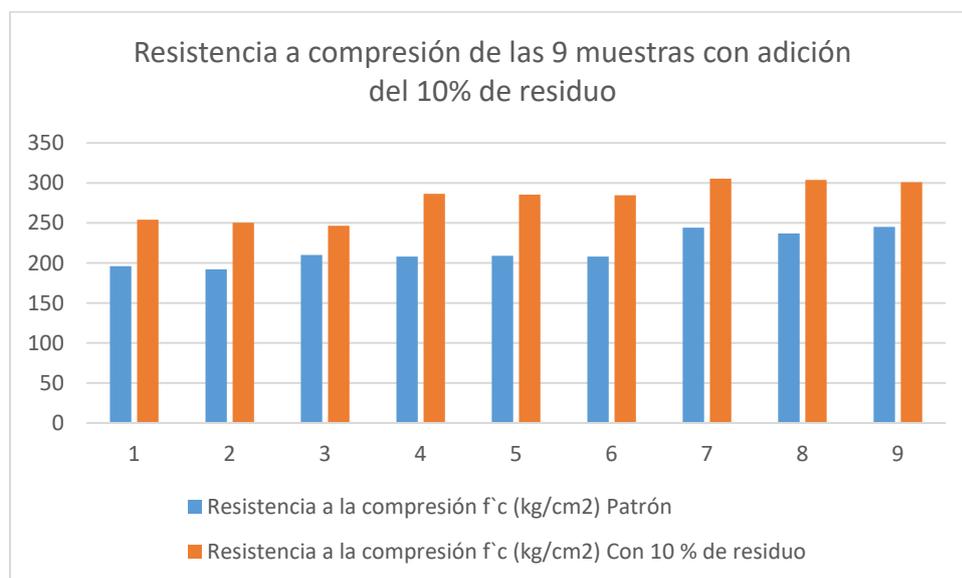


Figura 6: Resistencia a compresión de las 9 muestras con adición del 10% de residuo

Tabla 4. Resistencia a la compresión de las muestras con 20% de residuos de fundición de cobre

Probeta	Muestra	Edad	Resistencia a la compresión $f'c$ (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a la compresión $f'c$ (kg/cm ²)
M-1		7	234	
M-2		7	285	259
M-3		7	256	
M-4	Probeta diseño 20% residuo de fundición de cobre	14	315	
M-5		14	311	308
M-6		14	298	
M-7		28	337	
M-8		28	341	326
M-9		28	300	

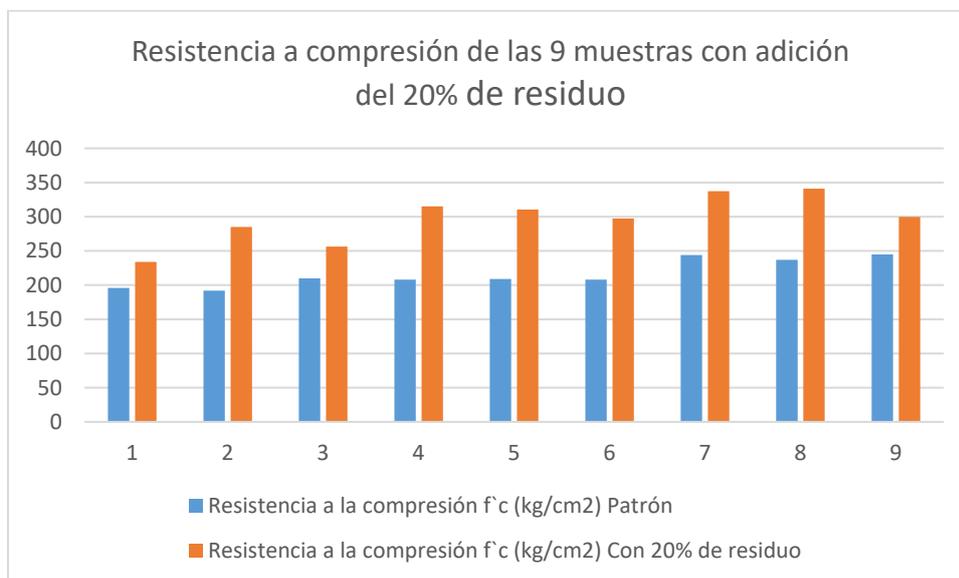


Figura 7: Resistencia a compresión de las 9 muestras con adición del 20% de residuo

Tabla 5. Resistencia a la compresión de las muestras con 30% de residuos de fundición de cobre

Probeta	Muestra	Edad	Resistencia a la compresión $f'c$ (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a la compresión $f'c$ (kg/cm ²)
M-1		7	236	
M-2		7	235	236
M-3		7	238	
M-4	Probeta diseño 30% residuo de fundición de cobre	14	276	
M-5		14	274	274
M-6		14	271	
M-7		28	284	
M-8		28	280	280
M-9		28	276	

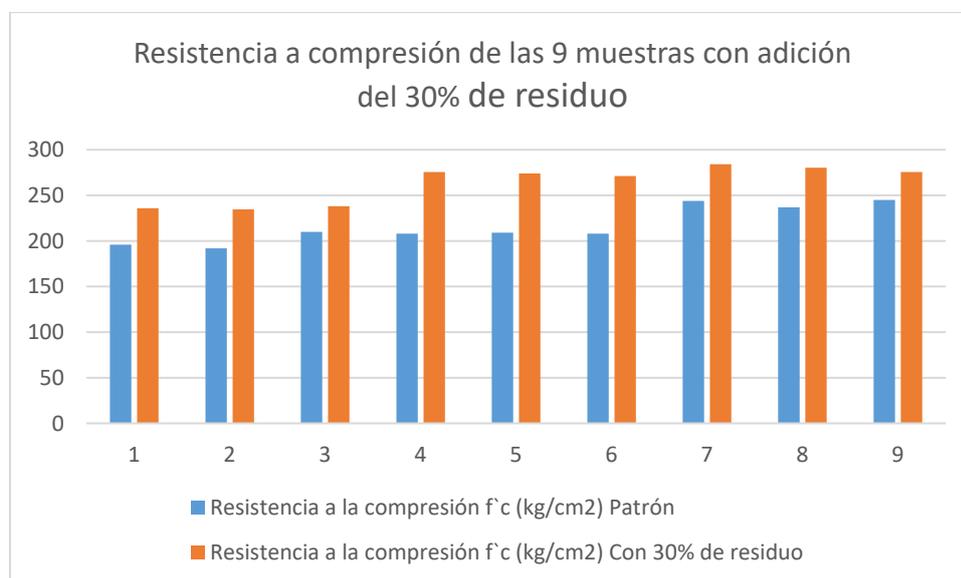


Figura 8: Resistencia a compresión de las 9 muestras con adición del 30% de residuo

Los ensayos se basaron en la norma NTP 339.034-2015. Estos ensayos fueron realizados en la preparación de concreto con y sin adición de residuo de fundición de cobre en

un 10%, 20% y 30%, Incluyendo tanto el todo como uno de los porcentajes, los ensayos mencionados antes fueron realizados en distintas edades a los 7 días, a los 14 días y a los 28 días, la diferencia con la muestra patrón es que al adicionar el residuo de fundición de cobre la resistencia aumenta, pero hasta un 20% y a partir del 30% la resistencia va disminuyendo, pero pese a eso es mayor que la resistencia patrón.

Se evaluaron las muestras iniciales con las muestras al 10% de adición de escoria de cobre

En primer lugar, se evaluó la normalidad de los resultados:

Hipótesis a contrastar:

H0: Los datos analizados siguen una distribución normal

H1: Los datos analizados no siguen una distribución normal

Importante:

Cuando $p > 0.05$ aceptamos la hipótesis nula

Cuando $p < 0.05$ rechazamos la hipótesis nula de manera significativa

Cuando $p < 0.01$ rechazamos la hipótesis nula de manera altamente significativa

Tabla 6. *Medidas de tendencia central de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 10% de residuo de escoria de cobre*

		Estadístico	Error estándar	
Diferencia	Media	-63,00	4,469	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-73,31	
		Límite superior	-52,69	
	Media recortada al 5%	-63,67		
	Mediana	-61,00		
	Varianza	179,750		
	Desviación estándar	13,407		
	Mínimo	-78		
	Máximo	-36		
	Rango	42		
	Rango intercuartil	20		
	Asimetría	,794	,717	
	Curtosis	,842	1,400	

Tabla 7. Pruebas de normalidad de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 10% de residuo de escoria de cobre

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,190	9	,200*	,899	9	,247

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Como los datos son menores que 35, es preferible usar la prueba de Shapiro-Wilk de donde se puede concluir que los datos analizados siguen una distribución normal, ya que 0.247 es mayor a 0.05, por tal motivo se recomienda usar una prueba paramétrica.

Por lo tanto, se utilizó la prueba de T de Student:

Tabla 8. Estadísticas de muestras emparejadas de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 10% de residuo de escoria de cobre

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Muestrapatrón	216,56	9	20,163	6,721
	Muestracon10	279,56	9	23,607	7,869

Contrastación de hipótesis específica 1 (al 10% de adición)

H0: Los residuos de fundición de cobre al 10% no influyen significativamente en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022

H1: Los residuos de fundición de cobre al 10 % influyen significativamente en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022

Tabla 9. Prueba de muestras emparejadas de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 10% de residuo de escoria de cobre

		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Muestrapatrón - Muestracon10	-63,000	13,407	4,469	-73,306	-52,694	-14,097	8	,000

$p < 0.01$, ya que sale 0.00 por lo tanto rechazamos la hipótesis nula de manera altamente significativa. Aceptamos la hipótesis alternativa. Los residuos de fundición de cobre al 10% influyen de manera altamente significativa en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.

Tabla 10. Medidas de tendencia central de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 20% de residuo de escoria de cobre

		Descriptivos	
		Estadístico	Error estándar
Diferencia	Media	-80,8889	8,94807
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-101,5232
		Límite superior	-60,2546
	Media recortada al 5%	-81,8210	
	Mediana	-93,0000	
	Varianza	720,611	
	Desviación estándar	26,84420	
	Mínimo	-107,00	
	Máximo	-38,00	
	Rango	69,00	
	Rango intercuartil	52,50	
	Asimetría	,788	,717
	Curtosis	-1,315	1,400

Tabla 11. Pruebas de normalidad de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 20% de residuo de escoria de cobre

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,300	9	,019	,826	9	,041

a. Corrección de significación de Lilliefors

Como los datos son menores que 35, es preferible usar la prueba de Shapiro-Wilk de donde se puede concluir que los datos analizados no siguen una distribución normal, ya que 0.041 es menor a 0.05, por tal motivo se recomienda usar una prueba no paramétrica.

Contrastación de hipótesis específica 2 (al 20% de adición)

H0: Los residuos de fundición de cobre al 20% no influyen significativamente en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022

H1: Los residuos de fundición de cobre al 20 % influyen significativamente en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022

Tabla 12. Estadísticos de prueba para muestras adicionadas al 20% de residuo de escoria de cobre

	Muestracon20 - Muestrapatrón
Z	-2,668 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,008

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

$p < 0.01$, ya que sale 0.008 por lo tanto rechazamos la hipótesis nula de manera altamente significativa. Aceptamos la hipótesis alternativa. Los residuos de fundición de cobre al 20%

influyen de manera altamente significativa en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022

Contrastación de hipótesis específica 3 (al 30% de adición)

Tabla 13. Medidas de tendencia central de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 30% de residuo de escoria de cobre

		Estadístico	Error estándar	
Diferencia	Media	-46,78	4,955	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-58,20	
		Límite superior	-35,35	
	Media recortada al 5%	-46,64		
	Mediana	-43,00		
	Varianza	220,944		
	Desviación estándar	14,864		
	Mínimo	-68		
	Máximo	-28		
	Rango	40		
	Rango intercuartil	29		
	Asimetría	-,421	,717	
	Curtosis	-1,426	1,400	

Tabla 14. Pruebas de normalidad de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 30% de residuo de escoria de cobre

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,267	9	,064	,879	9	,153

a. Corrección de significación de Lilliefors

Como los datos son menores que 35, es preferible usar la prueba de Shapiro-Wilk de donde se puede concluir que los datos analizados siguen una distribución normal, ya que 0.153 es mayor que 0.05, dado que éste es el caso, se aconseja utilizar un ensayo basado en parámetros.

Tabla 15. Estadísticas de muestras emparejadas de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 30% de residuo de escoria de cobre

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Muestrapatrón	216,56	9	20,163	6,721
	Muestracon30	263,33	9	20,585	6,862

Contrastación de hipótesis específica al 30%

H0: Los residuos de fundición de cobre al 30% no influyen significativamente en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022

H1: Los residuos de fundición de cobre al 30 % influyen significativamente en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022

Tabla 16. Prueba de muestras emparejadas de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 30% de residuo de escoria de cobre

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Muestrapatrón - Muestracon30	-46,778	14,864	4,955	-58,203	-35,352	-9,441	8	,000

$p < 0.01$, ya que sale 0.000 por lo tanto rechazamos la hipótesis nula de manera altamente significativa. Aceptamos la hipótesis alternativa. Los residuos de fundición de cobre al 30% influyen de manera altamente significativa en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.

Los resultados de los residuos de fundición de cobre en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022

Se realizó la caracterización del agregado grueso, agregado fino y del residuo de fundición de cobre, con los resultados se procedió a realizar el diseño de mezcla para luego realizar las vigas adicionando el residuo de fundición de cobre en un 10%, 20% y 30% para luego comparar los resultados. Al observar los resultados de resistencia a la flexión en las vigas, representados por el concreto convencional o patrón de la incorporación de residuo de fundición de cobre, van aumentando de acuerdo incrementa la edad del concreto, alcanzándose a los 7 días, 14 días y 28 días.

Tabla 17. Resistencia a la flexión en una viga patrón

Viga	Muestra	Edad	MR	Promedio de módulo de rotura MR (kg/cm ²)
M-1	viga convencional	7	30	29
M-2			27	
M-3		14	36	35
M-4			34	
M-5		28	46	48
M-6			50	

Tabla 18. Resistencia a la flexión en una viga diseño 10% de residuo de fundición de cobre

Viga	Muestra	Edad	MR	Promedio de módulo de rotura MR (kg/cm ²)
M-1	viga diseño con 10% residuo de fundición de cobre	7	33	32
M-2			30	
M-3		14	38	39
M-4			40	
M-5		28	52	51
M-6			50	

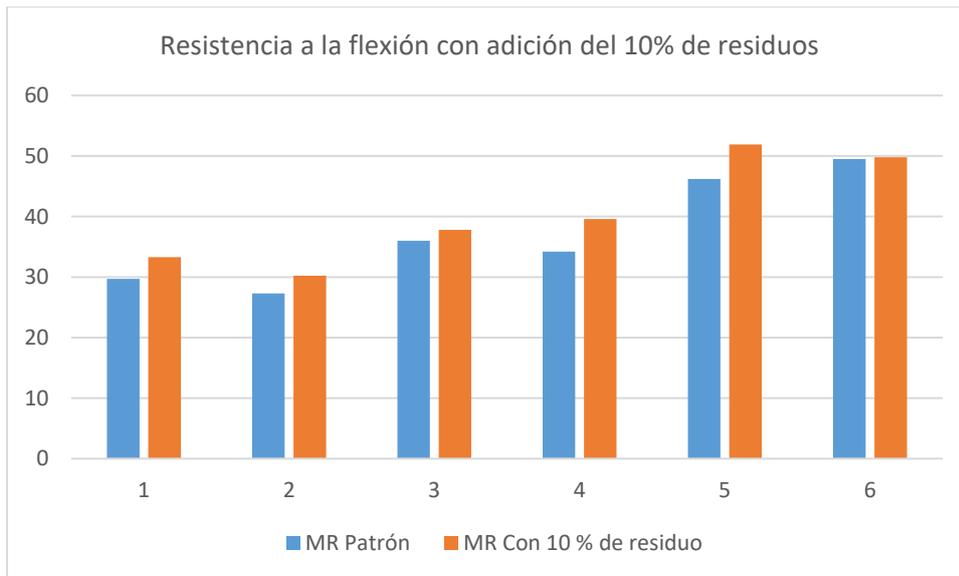


Figura 9: Resistencia a la flexión con adición del 10% de residuos

Tabla 19. Resistencia a la flexión en una viga diseño 20% de residuo de fundición de cobre

Viga	Muestra	Edad	MR	Promedio de módulo de rotura MR (kg/cm ²)
M-1	viga diseño con 20% residuo de fundición de cobre	7	38	36
M-2			35	
M-3		14	43	42
M-4			42	
M-5		28	53	55
M-6			56	

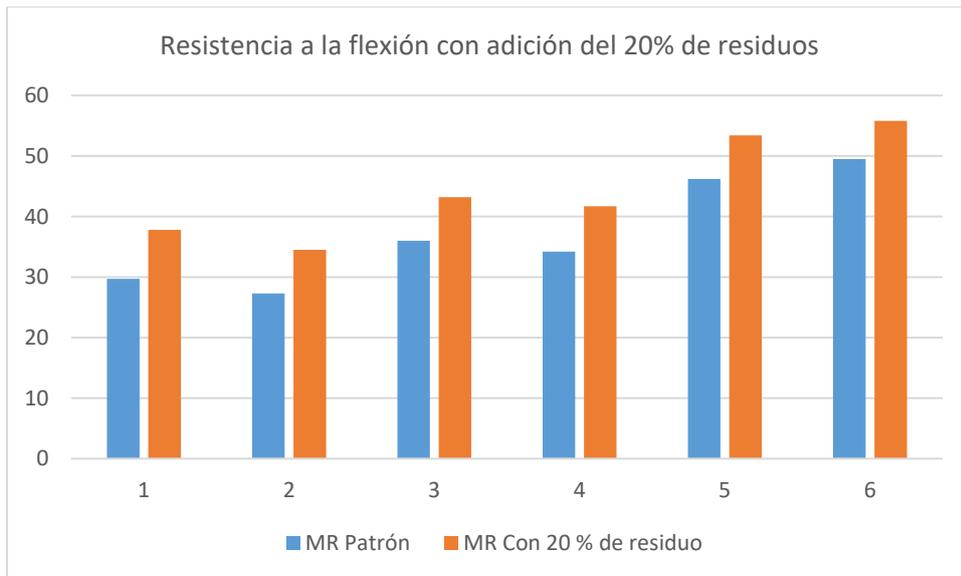


Figura 10: Resistencia a la flexión con adición del 20% de residuos

Tabla 20. Resistencia a la flexión en una viga diseño 30% de residuo de fundición de cobre

Viga	Muestra	Edad	MR	Promedio de módulo de rotura MR (kg/cm ²)
M-1	viga diseño con 30% residuo de fundición de cobre	7	31	33
M-2			35	
M-3		14	40	40
M-4			41	
M-5		28	52	53
M-6			54	

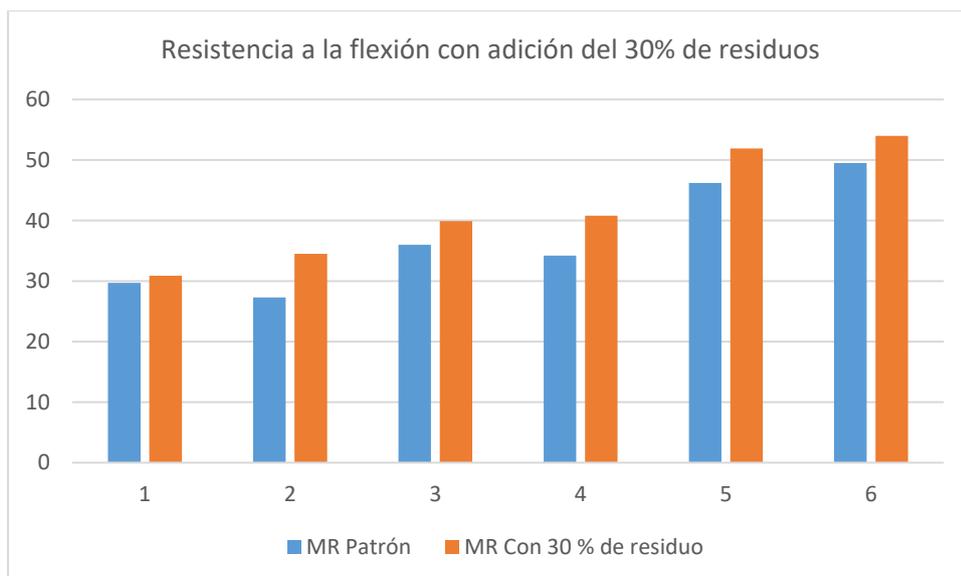


Figura 11: Resistencia a la flexión con adición del 30% de residuos

De acuerdo con la norma NTP 339.078-2012, los ensayos se realizaron con la mezcla de concreto sin y con adición de residuo de fundición de cobre en porcentajes del 10%, 20% y 30%. Además, para cada uno de los porcentajes, el ensayo se realizó a diferentes edades, concretamente a los siete días, catorce días y veintiocho días. A diferencia de la muestra estándar, la resistencia a la flexión de la muestra aumenta con la adición del residuo de fundición de cobre; sin embargo, la resistencia disminuye del 20% al 30%, a pesar de ser superior a la de la muestra estándar. Esta es la diferencia entre la muestra estándar y la muestra. El hecho de que un diseño de mezcla con un valor f_c de 210 kg/cm² sea similar a un valor m_r de 34,00 kg/cm² es algo que debe tenerse en cuenta.

Se evaluaron las muestras iniciales con las muestras al 10%, 20% y 30% de adición de escoria de cobre

En primer lugar, se evaluó la normalidad de los resultados por cada porcentaje de adición de residuo de fundición de cobre:

Hipótesis a contrastar:

H0: Los datos analizados siguen una distribución normal

H1: Los datos analizados no siguen una distribución normal

Importante:

Cuando $p > 0.05$ aceptamos la hipótesis nula

Cuando $p < 0.05$ rechazamos la hipótesis nula de manera significativa

Cuando $p < 0.01$ rechazamos la hipótesis nula de manera altamente significativa

Tabla 21. Medidas de tendencia central de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 10% de residuo de escoria de cobre (para flexión)

		Estadístico	Error estándar	
Diferencia	Media	-3,33	,882	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-5,60	
		Límite superior	-1,07	
	Media recortada al 5%	-3,37		
	Mediana	-3,50		
	Varianza	4,667		
	Desviación estándar	2,160		
	Mínimo	-6		
	Máximo	0		
	Rango	6		
	Rango intercuartil	4		
	Asimetría	,463	,845	
	Curtosis	-,300	1,741	

Tabla 22. Pruebas de normalidad de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 10% de residuo de escoria de cobre (para flexión)

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,121	6	,200*	,983	6	,964

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Como los datos son menores que 35, es preferible usar la prueba de Shapiro-Wilk de donde se puede concluir que los datos analizados siguen una distribución normal, ya que 0.964 es mayor que 0.05, dado que éste es el caso, se aconseja utilizar un ensayo basado en parámetros.

Tabla 23. Estadísticas de muestras emparejadas de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 10% de residuo de escoria de cobre (para flexión)

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Muestrapatrón	37,17	6	9,042	3,692
	Muestracon10	40,50	6	8,894	3,631

Contrastación de hipótesis específica 4 (al 10% de adición)

H0: Los residuos de fundición de cobre al 10% no influyen significativamente en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022

H1: Los residuos de fundición de cobre al 10 % influyen significativamente en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022

Tabla 24. Prueba de muestras emparejadas de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 10% de residuo de escoria de cobre (para flexión)

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Muestrapatrón - Muestracon10	-3,333	2,338	,955	-5,787	-,880	-3,492	5	,017

$p < 0.05$, ya que sale 0.017 por lo tanto rechazamos la hipótesis nula de manera significativa.

Aceptamos la hipótesis alternativa. Los residuos de fundición de cobre al 10% influyen de

manera significativa en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.

Tabla 25. *Medidas de tendencia central de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 20% de residuo de escoria de cobre (para flexión)*

		Estadístico	Error estándar	
Diferencia	Media	-7,17	,307	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-7,96	
		Límite superior	-6,38	
	Media recortada al 5%	-7,19		
	Mediana	-7,00		
	Varianza	,567		
	Desviación estándar	,753		
	Mínimo	-8		
	Máximo	-6		
	Rango	2		
	Rango intercuartil	1		
	Asimetría	,313	,845	
	Curtosis	-,104	1,741	

Tabla 26. *Pruebas de normalidad de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 20% de residuo de escoria de cobre (para flexión)*

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,254	6	,200*	,866	6	,212

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Como los datos son menores que 35, es preferible usar la prueba de Shapiro-Wilk de donde se puede concluir que los datos analizados siguen una distribución normal, ya que 0.212 es mayor que 0.05, dado que éste es el caso, se aconseja utilizar un ensayo basado en parámetros.

Tabla 27. Estadísticas de muestras emparejadas de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 20% de residuo de escoria de cobre (para flexión)

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Muestrapatrón	37,17	6	9,042	3,692
	Muestracon20	44,50	6	8,313	3,394

Contrastación de hipótesis específica 5 (al 20% de adición)

H0: Los residuos de fundición de cobre al 20% no influyen significativamente en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.

H1: Los residuos de fundición de cobre al 20 % influyen significativamente en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.

Tabla 28. Prueba de muestras emparejadas de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 20% de residuo de escoria de cobre (para flexión)

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Muestrapatrón - Muestracon20	-7,333	,816	,333	-8,190	-6,476	-22,000	5	,000

$p < 0.01$, ya que sale 0.000 por lo tanto rechazamos la hipótesis nula de manera altamente significativa. Aceptamos la hipótesis alternativa. Los residuos de fundición de cobre al 20% influyen de manera significativa en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.

Tabla 29. *Medidas de tendencia central de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 30% de residuo de escoria de cobre (para flexión)*

		Estadístico	Error estándar	
Diferencia	Media	-5,00	,931	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-7,39	
		Límite superior	-2,61	
	Media recortada al 5%	-5,11		
	Mediana	-5,50		
	Varianza	5,200		
	Desviación estándar	2,280		
	Mínimo	-7		
	Máximo	-1		
	Rango	6		
	Rango intercuartil	4		
	Asimetría	1,214	,845	
	Curtosis	1,257	1,741	

Tabla 30. *Pruebas de normalidad de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 30% de residuo de escoria de cobre (para flexión)*

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,190	6	,200*	,882	6	,277

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Como los datos son menores que 35, es preferible usar la prueba de Shapiro-Wilk de donde se puede concluir que los datos analizados siguen una distribución normal, ya que 0.277 es mayor que 0.05, dado que éste es el caso, se aconseja utilizar un ensayo basado en parámetros.

Tabla 31. *Estadísticas de muestras emparejadas de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 30% de residuo de escoria de cobre (para flexión)*

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Muestrapatrón	37,17	6	9,042	3,692
	Muestracon30	42,17	6	9,152	3,736

Contrastación de hipótesis específica 6 (al 30% de adición)

H0: Los residuos de fundición de cobre al 30% no influyen significativamente en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.

H1: Los residuos de fundición de cobre al 30 % influyen significativamente en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.

Tabla 32. Prueba de muestras emparejadas de las muestras iniciales con las muestras adicionadas al 20% de residuo de escoria de cobre (para flexión)

	Media	Desv. Desviación	Diferencias emparejadas		95% de intervalo de confianza de la diferencia	t	gl	Sig. (bilateral)
			Desv. Error promedio					
Par 1 Muestrapatrón - Muestracon30	-5,000	2,530	1,033		-7,655 -2,345	-4,841	5	,005

$p < 0.01$, ya que sale 0.005 por lo tanto rechazamos la hipótesis nula de manera altamente significativa. Aceptamos la hipótesis alternativa. Los residuos de fundición de cobre al 30% influyen de manera significativa en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Debido a la naturaleza cuantitativa del presente estudio, los resultados de la investigación se recolectaron mediante el uso de la técnica de análisis documental, cuyo instrumento es la ficha de registro de datos, así como el método de observación de campo, lo cual se llevó a cabo mediante el uso de la guía de observación. Dado que las herramientas que se utilizaron son propias de instrumentos cuantitativos como inventarios, listas de verificación o fichas de registro, se sometieron a coherencia y precisión por medio de utilización de la fiabilidad y durabilidad en el tiempo. Esto se hizo con el fin de maximizar su precisión y coherencia. La durabilidad en el tiempo se refiere al grado de concordancia que puede alcanzarse entre los resultados de dos pruebas separadas realizadas por el mismo evaluador utilizando la misma muestra de datos en dos escenarios distintos.

Se tienen que el p-value es $p < 0.01$, ya que sale 0.00 por lo tanto rechazamos la hipótesis nula de manera altamente significativa. Aceptamos la hipótesis alternativa. Los residuos de fundición de cobre al 10% influyen de manera altamente significativa en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022. De acuerdo con los hallazgos de Cuba y Humpire (2019), se descubrió que cuando la resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se logra utilizando cemento Yura

IP con agregado grueso de 3/4", los concretos que contienen 10%, 20%, 30% y 40% de reemplazo de escoria de cobre exhiben resultados superiores en comparación con el concreto estándar de diseño. A los 28 días, la influencia puede evaluarse calculando el porcentaje de sustitución de escoria de cobre para un concreto con un valor $f'c$ de 210 kg/cm² que se fabricó utilizando cemento Yura IP: La ganancia media en resistencia a la compresión es un 7,45% superior a la del hormigón estándar de diseño cuando la sustitución por escoria de cobre es del 10% del total.

Se tienen que el p-value $p < 0.01$, ya que sale 0.008 por lo tanto rechazamos la hipótesis nula de manera altamente significativa. Aceptamos la hipótesis alternativa. Los residuos de fundición de cobre al 20% influyen de manera altamente significativa en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022. En la investigación que realizaron Quispe y Ticona (2017), intentaron alcanzar una resistencia a la compresión de 210 kg/cm², así lo indican los hallazgos de su investigación. Los hallazgos que adquirieron no fueron positivos, obtuvieron un total de 229,11 kg/cm² con la combinación convencional, y con la adhesión de fibras de polipropileno, obtuvieron 216,77 kg/cm², lo que indica que su resultado redujo en un 5,70% el esfuerzo de compresión. Según Ramírez (2018), la permeabilidad admisible es del 5%, mientras que la proporción de huecos es del 15,5% según su muestra. Esto es positivo porque nuestra permeabilidad resultó ser del 38,09%, lo que se ajusta a la regla de Darcy. Ambas cifras son beneficiosas. Aquí se tiene en cuenta el porcentaje de vacíos en la mezcla. Llegamos a la conclusión de que la adherencia de la escoria de cobre a la mezcla de concreto es significativamente más importante que la adherencia de la fibra de polipropileno. Además, encontramos que la escoria de cobre tiene el potencial no sólo de aumentar la resistencia a la compresión del hormigón, sino también de

contribuir a la permeabilidad de la mezcla de hormigón debido a sus propiedades físicas, entre las que se incluye el hecho de que aumenta el número de vacíos que se generan en la mezcla.

Se tienen que el p-value $p < 0.01$, ya que sale 0.000 por lo tanto rechazamos la hipótesis nula de manera altamente significativa. Aceptamos la hipótesis alternativa. Los residuos de fundición de cobre al 30% influyen de manera altamente significativa en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022. De acuerdo a los resultados de Cuba y Humpire (2019), se tiene que Con 30% de reemplazo de escoria de cobre presentan en promedio una mejora de 20.24% de resistencia a compresión mayor al concreto patrón de diseño.

Se tienen que el p-value $p < 0.05$, ya que sale 0.017 por lo tanto rechazamos la hipótesis nula de manera significativa. Aceptamos la hipótesis alternativa. Los residuos de fundición de cobre al 10% influyen de manera significativa en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022. Los hallazgos de este estudio se ven reforzados por los resultados de Chaiña y Villanueva (2017), quienes afirmaron en su investigación que un patrón de mezcla adecuadamente dosificado demuestra características aptas y adecuadas para un concreto permeable. Y de acuerdo a la definición de análisis granulométrico, este tiene una aplicación de gran ayuda ya que facilita la identificación de las propiedades de permeabilidad del agregado y permite establecer ensayos sugestivos adicionales para la mecánica de suelos así como para el diseño de una mezcla.

Se tienen que el p-value $p < 0.01$, ya que sale 0.000 por lo tanto rechazamos la hipótesis nula de manera altamente significativa. Aceptamos la hipótesis alternativa. Los residuos de fundición de cobre al 20% influyen de manera significativa en la

resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022. De acuerdo a los hallazgos de Cuba y Humpire (2019), es posible observar que el concreto que contiene cemento Yura IP exhibe un incremento en relación a la resistencia a la flexión. Esta mejora viene acompañada de una mejora del 10,01% con un porcentaje de reemplazo del 0%, una mejora del 7,93% con un porcentaje de reemplazo del 20%, y por último, una mejora del 13,61% con un porcentaje de reemplazo del 40% de escoria de cobre respectivamente. Esto es en comparación con los resultados del concreto que contiene cemento Wari IP. Muestran resultados de flexión mejorados en el hormigón con 0%, 20% y 40% de sustitución de escoria de cobre en comparación con el hormigón con cemento Wari IP. Esto puede verse en la figura, que muestra que para la resistencia a la compresión $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, usando cemento Yura IP con 3/4" de árido grueso se obtienen mejores resultados de flexión. La influencia puede evaluarse calculando el porcentaje de sustitución de escoria de cobre para un hormigón con un valor f'_c de 210 kg/cm^2 que se fabricó utilizando cemento Yura IP una vez transcurridos 28 días: En comparación con el hormigón estándar de diseño, la ganancia media de resistencia a la flexión es un 14,54% mejor cuando la sustitución de escoria de cobre es del 20% del material de construcción.

Se tienen que el p-value $p < 0.01$, ya que sale 0.005 por lo tanto rechazamos la hipótesis nula de manera altamente significativa. Aceptamos la hipótesis alternativa. Los residuos de fundición de cobre al 30% influyen de manera significativa en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022. También de la misma manera que los datos que corresponden a los experimentos de permeabilidad. Por su parte, Díaz (2017) afirma que el diseño óptimo del patrón debe cumplir con parámetros

estructurales (resistencia a la flexo-compresión) y poseer propiedades de permeabilidad que sean versátiles, tal como lo tomó en consideración en su investigación. En un sentido similar, la definición de concreto permeable, presentada por Kia et al. (2017), revela que este tipo particular de concreto es bastante beneficioso para la pavimentación de carreteras, zonas propensas a inundaciones o zonas propensas a lluvias. Sin embargo, la resistencia de este hormigón al agua disminuye significativamente debido a la existencia de poros. Por esta razón los datos recopilados en los experimentos realizados en esta sección están dirigidos a conocer su comportamiento frente a cargas, con el objetivo de preservar su esencia como material permeable.

CONCLUSIONES

La adición de residuos de fundición de cobre al 10% si influye de manera significativa debido a que la significancia en la resistencia a compresión del concreto es menor que 0.05, teniendo como media de muestra patrón de 216.56 y de la muestra con la adición del 10% a 279.56.

La adición de residuos de fundición de cobre al 20% si influye de manera significativa en la resistencia a compresión del concreto debido a que la significancia es menor que 0.05, teniendo como media -46.78.

La adición de residuos de fundición de cobre al 30% si influye de manera significativa en la resistencia a compresión del concreto debido a que la significancia es menor que 0.05, teniendo como media de muestra patrón de 216.56 y de la muestra con la adición del 30% a 263.33.

La adición de residuos de fundición de cobre al 10% si influye de manera significativa en la resistencia a flexión del concreto debido a que la significancia es menor que 0.05, teniendo como media de muestra patrón de 37.17 y de la muestra con la adición del 10% a 40.50.

La adición de residuos de fundición de cobre al 20% si influye de manera significativa en la resistencia a flexión del concreto debido a que la significancia es menor que 0.05, teniendo como media de muestra patrón de 37.17 y de la muestra con la adición del 20% a 44.50.

La adición de residuos de fundición de cobre al 30% si influye de manera significativa en la resistencia a flexión del concreto debido a que la significancia es menor que 0.05, teniendo como media de muestra patrón de 37.17 y de la muestra con la adición del 30% a 42.17.

La adición de residuos de fundición de cobre si influye de manera significativa en las propiedades mecánicas del concreto debido a que la significancia es menor que 0.05, en el promedio de todos los porcentajes de adiciones de residuos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la aplicación de aditivos que sean capaces de optimizar las propiedades mecánicas del concreto con la inclusión de escoria de cobre para construir un concreto especial que tenga la capacidad de utilizarse en proyectos de gran envergadura. Analziar el impacto y las ventajas que aportaría al concreto con el fin de reducir costos.

Se recomienda utilizar como material que puede sustituir parcialmente a la escoria de cobre como agregado fino en un treinta por ciento para conseguir altas resistencias con beneficios muy elevados, y utilizarlo como concreto que tiene un material de alta resistencia inicial.

Desarrollar un plan integral de control de residuos para toda la escoria de cobre que se produce como subproducto del proceso de fabricación de cobre. El objetivo es reducir los enormes volúmenes de residuos que se vierten en los almacenes y reutilizarlos para reducir la cantidad de contaminación que se libera al medio ambiente.

Referencias

- ANTAUROCO, D. Diseño de concreto permeable para pavimento rígido usando escoria de cobre en el distrito Independencia, Ancash, 2019. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huaraz: Universidad César Vallejo, 2019. 93 pp.
- ALVA, E. y VALERA, B. Efectos de residuos de bronce, como sustitución del agregado fino, en las propiedades del concreto, Trujillo, 2020. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huaraz: Universidad Privada Antenor Orrego, 2020. 111 pp.
- BALDOCEDA, J. y VEGA, D. Diseño de concreto de alta densidad reforzado con escoria de cobre para atenuar la transmisión de la radiación ionizante. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2019. 256 pp. [fecha de consulta: 12 de febrero de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2784>
- BRAVO, M. y DÍAZ, J. Análisis comparativo de la influencia de la escoria de cobre como sustituto del agregado fino en porcentaje de peso, en la resistencia y consistencia de un concreto $f'c=210$ kg/cm² elaborado con cementos tipo IP y tipo V, mediante pruebas de esclerometría y compresión axial de testigos sometidos a curado por inmersión. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Arequipa: Universidad Andina del Cusco, 2018. 373 pp.
- CARVAJAL, I. y TERREROS, L. Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de cáñamo. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2016. 69 pp.

CHAIÑA, J. y VILLANUEVA, Y. Diseño De Concreto Permeable, Para Pavimentos Rígidos Utilizando Piedra Huso 67 Y Arena Gruesa De La Cantera La Poderosa, Para La Ciudad De Arequipa. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad Católica de Santa María, Arequipa. 2017.

CONSEJO minero. Gestión de residuos industriales Sólidos mineros y buenas prácticas. Chile, noviembre 2002. p.28.

CORREA, P. C. Propuesta de reciclaje de la escoria de cobre de la fundición ventanas de Codelco, para mitigar el impacto ambiental Viña del Mar. Tesis. Universidad Técnica Federico Santa María sede Viña del Mar. 2017.

CUBA, R. y HUMPIRE, R. Análisis comparativo de las propiedades mecánicas para un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ usando cemento Yura tipo IP y cemento Wari tipo IP, con la adición de escoria de cobre de la minera Southern Perú, para la ciudad de Arequipa. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Arequipa: Universidad Católica Santa María, 2019. 302 pp. [fecha de consulta: 05 de febrero de 2022]. Disponible en: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/9087>

DÍAZ, N. Diseño de mezcla de concreto permeable elaborado con aditivo y adición de fibra de polipropileno para uso en pavimentos, en la ciudad de 48 Cajamarca. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca. 2017.

FLORES, J. y FUENTES, J. Diseño de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando escoria de cobre para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021. Tesis (Título de Ingeniero

Civil). Tarapoto: Universidad César Vallejo, 2021. 277 pp. [fecha de consulta: 20 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/68138>

GARCÍA, B. Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de Puno. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huaraz: Universidad Nacional del Altiplano, 2017. 103 pp.

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R. y MENDOZA, C. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, Ciudad de México, 2018. México: Editorial Mc Graw Hill Education, Año de edición: 2018, ISBN: 978-1-4562-6096-5, 714 p.

KIA, A., WONG, H. y CHEESEMAN, C. Clogging in permeable concrete: A review. *Journal of Environmental Management*. Vol. 193. 221-233. 2017. DOI: 10.1016/j.jenvman.2017.02.018

MORON, J. E. (2018). Modelo de gestión del uso de escoria de cobre para disminuir el impacto ambiental en la región Moquegua. Tesis (Magíster en Ingeniería Civil). Tacna: Universidad Privada de Tacna, 2018. 186 pp. [fecha de consulta: 12 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/624/Moron-Lavado-Jorge.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ORTIZ, M. y QUISPE, F. Análisis del comportamiento del concreto con la inclusión de escoria de cobre utilizando agregado de las canteras Icu y de Ilo y la poderosa de Arequipa. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2020. 247 pp. [fecha de consulta: 10 de agosto de 2022]. Disponible en:

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/11535/ICqutafr%26maorma.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PRÍNCIPE, G. La investigación científica. Teoría y metodología. Fondo Editorial: 2018. Universidad Jaime Bausate y Meza.

QUISPE, I. y TICONA, E. Influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en concreto permeable $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad Peruana Unión, Juliaca. 2017.

RAMIREZ, Junior. Resistencia de concreto permeable $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ con adición de 10%, 15% y 20% de agregado fino – Huaraz. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad San Pedro, Huaraz. 2018.

SÁNCHEZ, F. Guía de tesis y proyectos de investigación. Centrum Legalis, 2019. Arequipa, Perú.

SILVESTRE, I. y HUAMÁN, C. Pasos para elaborar la investigación y la redacción de la tesis universitaria. Editorial San Marcos, 2019. Lima, Perú.

TAPIA, C. Evaluación de la influencia de la escoria de cobre en mezclas asfálticas con altos porcentajes de pavimento asfáltico reciclado frente al ensayo de ahuellamiento y de macrotextura. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Valdivia: Universidad Austral de Chile, 2018. 12 pp.

ANEXOS

Operacionalización de variables

Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente Residuos de fundición de cobre	En los procesos de fusión y conversión se generan escorias; y vienen a ser el residuo producido durante la etapa de fundición de los concentrados de cobre (Consejo Minero, 2002).	Vienen a ser las sustancias vítreas que sobrenadan en el crisol de los hornos de fundir metales, como las escorias de cobre	Escorias de reverberos	Sulfuros Óxidos
			Escorias de horno y procesos de fusión	Mata de 60-65% de cobre Mata de 9-12% de cobre
			Escorias de convertidor	Sulfuros Óxidos
Variable Dependiente Propiedades mecánicas del concreto	Son propiedades que describen el comportamiento del concreto al aplicarle fuerzas al concreto endurecido pasado los 28 días de fraguado (García, 2017).	Para el diseño de estructuras de concreto simple, de concreto armado, de concreto pre esforzado, se utilizan las propiedades mecánicas del concreto endurecido. Entre las más importantes se tiene: resistencia a la compresión, tracción y flexión.	Resistencia a la compresión	Kg/cm ²
			Resistencia a la flexión	Kg/cm ²

Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p>Problema General</p> <p>¿De qué manera influyen los residuos de fundición de cobre en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Determinar de qué manera influyen los residuos de fundición de cobre en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Los residuos de fundición de cobre influyen significativamente en las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.</p>	<p>Variable 1:</p> <p>Residuos de fundición de cobre</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Escorias de reverberos - Escorias de horno y procesos de fusión - Escorias de convertidor 	<p>Método: Científico</p> <p>Tipo: Aplicada</p> <p>Nivel: Explicativo</p> <p>Diseño: Experimental</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿De qué manera influyen los resultados de los residuos de fundición de cobre al 10 % en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022?</p> <p>¿De qué manera influyen los resultados de los residuos de fundición de cobre al 20 % en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022?</p> <p>¿De qué manera influyen los resultados de los residuos de fundición de cobre al 30 % en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Analizar de qué manera influyen los resultados de los residuos de fundición de cobre al 10 % en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.</p> <p>Analizar de qué manera influyen los resultados de los residuos de fundición de cobre al 20 % en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022?</p> <p>Analizar de qué manera influyen los resultados de los residuos de fundición de cobre al 30 % en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022?</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>Los residuos de fundición de cobre al 10 % influyen significativamente en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.</p> <p>Los residuos de fundición de cobre al 20 % influyen significativamente en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.</p> <p>Los residuos de fundición de cobre al 30 % influyen significativamente en la resistencia a compresión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.</p>	<p>Variable 2:</p> <p>Propiedades mecánicas</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resistencia a la compresión - Resistencia a la flexión 	<p>Población:</p> <p>La población estuvo constituida por 36 probetas de concreto para los ensayos de resistencia a compresión y 24 vigas de concreto para los ensayos de resistencia a la flexión, donde está incluido la mezcla base y los que tienen la incorporación de escoria de cobre al 10%, 20% y 30%, y se realizó la rotura de probetas y vigas de concreto a los 7 días, 14 días y 28 días, de resistencia de 210 kg/cm² según la normativa vigente.</p>

<p>¿De qué manera influyen los resultados de los residuos de fundición de cobre al 10 % en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022?</p>	<p>Analizar de qué manera influyen los resultados de los residuos de fundición de cobre al 10 % en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022?</p>	<p>Los residuos de fundición de cobre al 10 % influyen significativamente en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.</p>		
<p>¿De qué manera influyen los resultados de los residuos de fundición de cobre al 20 % en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022?</p>	<p>Analizar de qué manera influyen los resultados de los residuos de fundición de cobre al 20 % en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022?</p>	<p>Los residuos de fundición de cobre al 20 % influyen significativamente en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.</p>		
<p>¿De qué manera influyen los resultados de los residuos de fundición de cobre al 30 % en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022?</p>	<p>Analizar de qué manera influyen los resultados de los residuos de fundición de cobre al 30 % en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022?</p>	<p>Los residuos de fundición de cobre al 30 % influyen significativamente en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos de las vías urbanas de la ciudad de la Oroya, en el año 2022.</p>		

PANEL FOTOGRÁFICO



Ensayo de granulometría



Ensayo de granulometría



Ensayos de granulometría

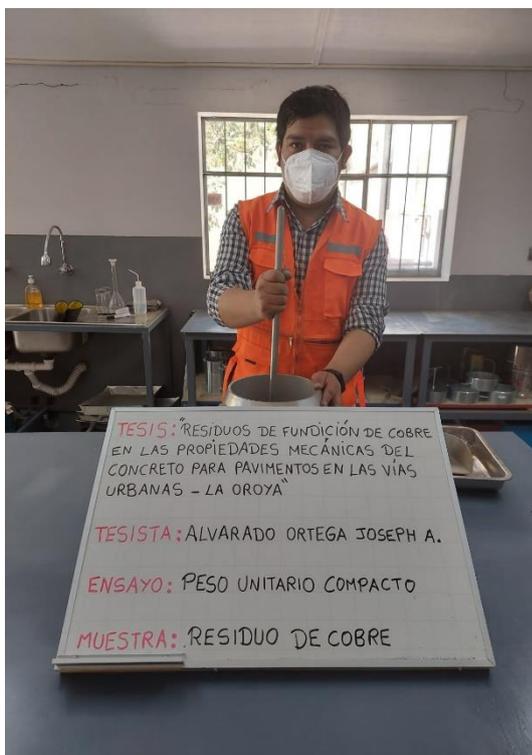




Colocación del material

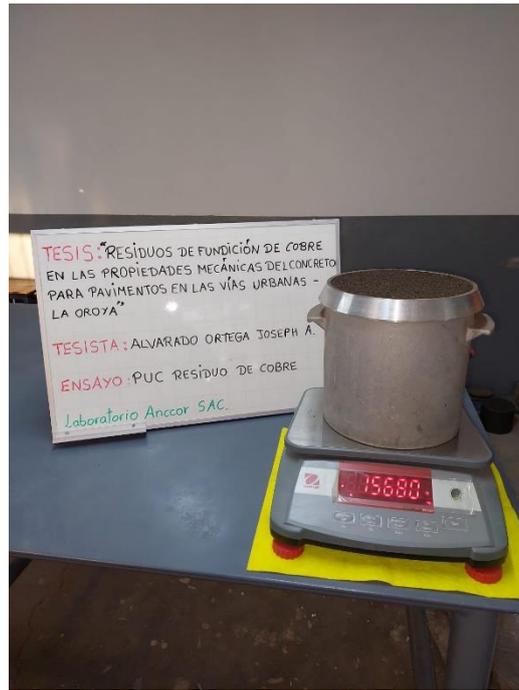


Peso unitario suelto



Peso Unitario compacto





PUC Residuo de concreto



Esa la ceviche, colecta la muestra



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



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



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





Resistencia del concreto

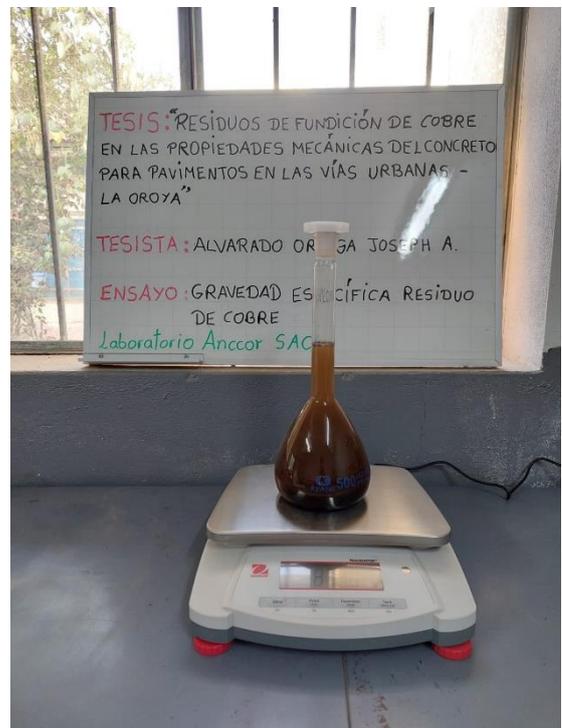


Resistencia del concreto



Peso de la muestra





CERTIFICADOS DE LABORATORIO



2022

ANCCOR S.A.C.**LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.****PRESENTADO POR:****BACH. JOSEPH ANTHONY ALVARADO ORTEGA****TESIS: "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS
PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA
PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"**

RUC: 20608578189
Dirección: Av. General Córdova # 322 Chilca – Huancayo (Altura del Ministerio de Transportes).
Telf.: 974222748 – (064)602348
anccorsac@gmail.com





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS:

**"RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS
PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA
PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"**

Análisis granulométrico

SOLICITANTE:

BACH. JOSEPH ANTHONY ALVARADO ORTEGA

OCTUBRE DEL 2022





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

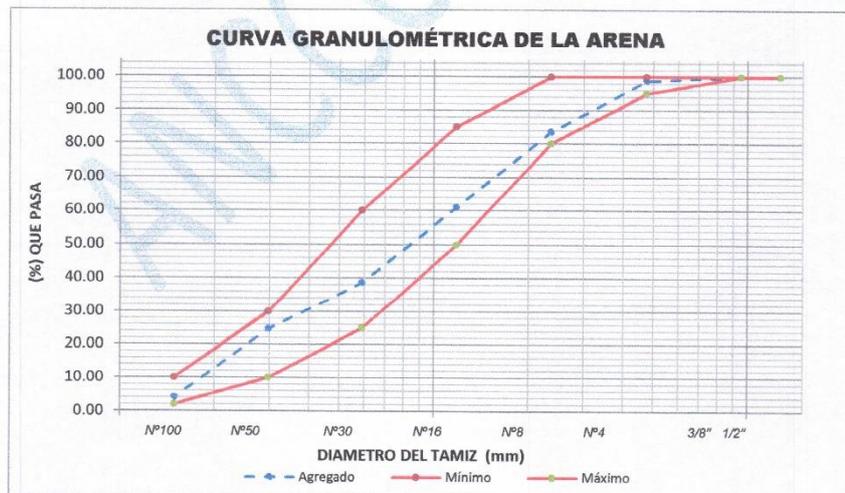
Código N° : JA OCT 22
Fecha de Ems. : 17/10/2022
Páginas : 1 de 3
Realizado por : N.C.
Certificado N° : N 42 - 22

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(N.T.P. 400.012)

PROYECTO: : TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL
CONCRETO PARA PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"
CLIENTE : BACH. ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY
MUESTRA : AGREGADO FINO
UBICACIÓN : CANTERA 3 DE DICIEMBRE - HUANCAYO - JUNIN

TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	ESPECIFICACIONES HUSO	
						MINIMO	MAXIMO
1/2"	12.7	0	0	0	100	100	100
3/8"	9.525	0	0	0	100	100	100
N° 4	4.75	12.00	1.2	1.2	98.8	100	95
N° 8	2.36	153.00	15.3	16.5	83.5	100	80
N° 16	1.18	225.00	22.5	39	61	85	50
N° 30	0.59	223.00	22.3	61.3	38.7	60	25
N° 50	0.297	140.00	14	75.3	24.7	30	10
N° 100	0.149	207.00	20.7	96	4	10	2
FONDO	0	40.00	4	100	0		
SUMA		1000	100				

M.F. 2.89



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancassi Rojas
Jefe de Laboratorio GIP. 148881

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCORSAC@GMAIL.COM





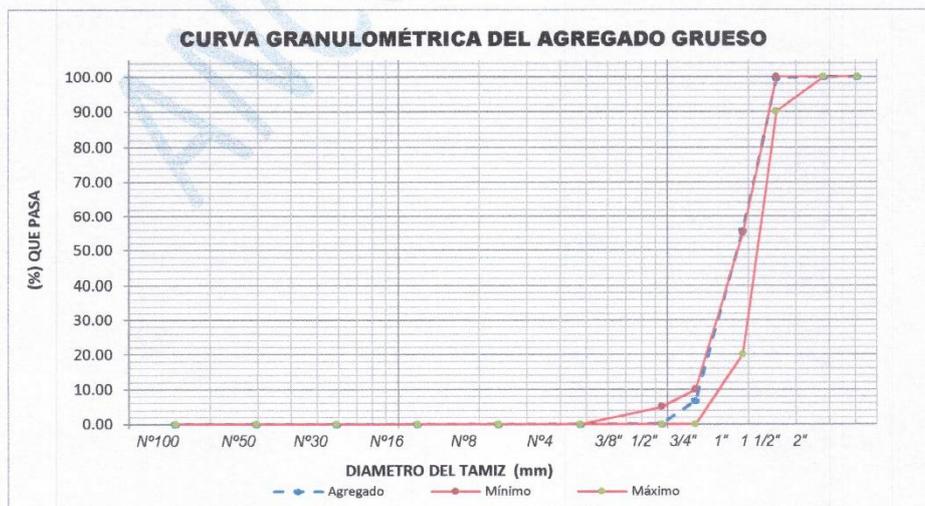
ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Código N° : JA OCT 22
Fecha de Ems. : 17/10/2022
Páginas : 2 de 3
Realizado por : N.C.
Certificado N° : N 44 - 22

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(N.T.P. 400.012)

PROYECTO : TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL
CONCRETO PARA PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"
CLIENTE : BACH. ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY
MUESTRA : AGREGADO GRUESO
UBICACIÓN : CANTERA 3 DE DICIEMBRE - HUANCAYO - JUNIN

TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	HUSO 5	
						MINIMO	MAXIMO
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100	100	100
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.400	15.00	0.29	0.29	99.71	100	90
3/4"	19.050	2236.00	43.84	44.14	55.86	55	20
1/2"	12.700	2503.00	49.08	93.22	6.78	10	0
3/8"	9.525	341.00	6.69	99.90	0.10	5	0
N° 4	4.750	5.00	0.10	100.00	0.00	0	0
N° 8	2.360	0.00	0.00	100.00	0.00	0	0
N° 16	1.180	0.00	0.00	100.00	0.00	0	0
N° 30	0.590	0.00	0.00	100.00	0.00	0	0
N° 50	0.297	0.00	0.00	100.00	0.00	0	0
N° 100	0.149	0.00	0.00	100.00	0.00	0	0
FONDO	0.000	0.00	0.00	100.00	0.00	0	0
SUMA		5100.00	100.00				



RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCORSAC@GMAIL.COM



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancosi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

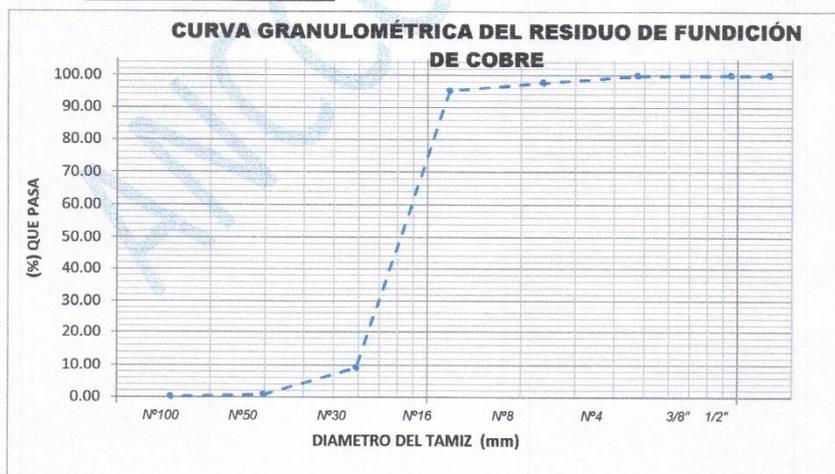
Código N° : JA OCT 22
Fecha de Ems. : 17/10/2022
Páginas : 3 de 3
Realizado por : N.C.
Certificado N° : N 43 - 22

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(N.T.P. 400.012)

PROYECTO : TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL
CONCRETO PARA PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"
CLIENTE : BACH. ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY
MUESTRA : RESIDUO DE FUNDICIÓN DE COBRE
UBICACIÓN : LA OROYA - YAULI - JUNIN

TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA
1/2"	12.7	0	0	0	100
3/8"	9.525	0	0	0	100
N° 4	4.75	0.70	0.07	0.07	99.93
N° 8	2.36	22.20	2.22	2.29	97.71
N° 16	1.18	25.20	2.52	4.81	95.19
N° 30	0.59	860.40	86.04	90.85	9.15
N° 50	0.297	83.80	8.38	99.23	0.77
N° 100	0.149	6.60	0.66	99.89	0.11
FONDO	0	1.10	0.11	100	0
SUMA		1000	100		

M.F. 2.97



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancassi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCORSAC@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS:

**"RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS
PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA
PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"**

Contenido de Humedad

SOLICITANTE:

BACH. JOSEPH ANTHONY ALVARADO ORTEGA

OCTUBRE DEL 2022



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Código N° : JA OCT 22
		Fecha de Ems. : 17/10/2022
		Páginas : 1 de 3
		Realizado por : N.C.
		Certificado N° : N 45 - 22

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO
(N.T.P. 339.185)

PROYECTO:	: TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"
CLIENTE	: BACH. ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY
MUESTRA	: AGREGADO FINO
UBICACIÓN	: CANTERA 3 DE DICIEMBRE - HUANCAYO - JUNIN

DATOS Y RESULTADOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	DATOS
1	Peso de la muestra húmeda + tara (g)	1180
2	Peso de la muestra seca + tara (g)	1174
3	Peso de la tara (g)	180
4	Peso de la muestra húmeda (1 - 3) (g)	1000
5	Peso de la muestra seca (2 - 3) (g)	994
6	CONTENID DE HUMEDAD ((Ph - Ps)/Ps * 100) %	0.60

CONTENIDO DE HUMEDAD	0.60 %
-----------------------------	--------



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasí Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Código N° : JA OCT 22
		Fecha de Ems. : 17/10/2022
		Páginas : 2 de 3
		Realizado por : N.C.
		Certificado N° : N 46 - 22

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO
(N.T.P. 339.185)

PROYECTO:	: TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"
CLIENTE	: BACH. ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO
UBICACIÓN	: CANTERA 3 DE DICIEMBRE - HUANCAYO - JUNIN

DATOS Y RESULTADOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	DATOS
1	Peso de la muestra húmeda + tara (g)	660
2	Peso de la muestra seca + tara (g)	657
3	Peso de la tara (g)	160
4	Peso de la muestra húmeda (1 - 3) (g)	500
5	Peso de la muestra seca (2 - 3) (g)	497
6	CONTENID DE HUMEDAD ((Ph - Ps)/Ps * 100) %	0.60
CONTENIDO DE HUMEDAD		0.60 %



ANCCOR SAC.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasí Rojas
 Jefe de Laboratorio CIP. 148661



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Código N° : JA OCT 22
		Fecha de Ems. : 17/10/2022
		Páginas : 3 de 3
		Realizado por : N.C.
		Certificado N° : N 47 - 22

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO
(N.T.P. 339.185)

PROYECTO:	: TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"
CLIENTE	: BACH. ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY
MUESTRA	: RESIDUO DE FUNDICIÓN DE COBRE
UBICACIÓN	: LA OROYA - YAULI - JUNIN

DATOS Y RESULTADOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	DATOS
1	Peso de la muestra húmeda + tara (g)	680
2	Peso de la muestra seca + tara (g)	672
3	Peso de la tara (g)	180
4	Peso de la muestra húmeda (1 - 3) (g)	500
5	Peso de la muestra seca (2 - 3) (g)	492
6	CONTENID DE HUMEDAD ((Ph - Ps)/Ps * 100) %	1.63

CONTENIDO DE HUMEDAD	1.63	%
-----------------------------	------	---


ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS


Ing. Carlos A. Ancossi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 146661





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS:

**"RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS
PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA
PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"**

*Material más fino que la malla #
200*

SOLICITANTE:

BACH. JOSEPH ANTHONY ALVARADO ORTEGA

OCTUBRE DEL 2022



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Código N° : JA OCT 22
		Fecha de Ems. : 17/10/2022
		Páginas : 1 de 3
		Realizado por : N.C.
		Certificado N° : N 48 - 22

MATERIAL MAS FINO QUE LA MALLA # 200
(N.T.P. 400.018)

PROYECTO: : TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA" CLIENTE : BACH. ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY MUESTRA : AGREGADO FINO UBICACIÓN : CANTERA 3 DE DICIEMBRE - HUANCAYO - JUNIN

DATOS Y RESULTADOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	DATOS
1	Peso de la muestra seca + tara (g)	1155
2	Peso de la muestra lavada seca + tara (g)	1126
3	Peso de la tara (g)	155
4	Peso de la muestra seca (1 - 3) (g)	1000
5	Peso de la muestra lavada seca (2 - 3) (g)	971
6	Porcentaje de finos(%)	2.90

PORCENTAJE DE FINOS	2.90	%
----------------------------	------	---



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

.....
Ing. Carlos A. Ancasí Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Código N° : JA OCT 22
		Fecha de Ems. : 17/10/2022
		Páginas : 2 de 3
		Realizado por : N.C.
		Certificado N° : N 49 - 22

MATERIAL MAS FINO QUE LA MALLA # 200
(N.T.P. 400.018)

PROYECTO:	: TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"
CLIENTE	: BACH. ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO
UBICACIÓN	: CANTERA 3 DE DICIEMBRE - HUANCAYO - JUNIN

DATOS Y RESULTADOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	DATOS
1	Peso de la muestra seca + tara (g)	5165
2	Peso de la muestra lavada seca + tara (g)	5121
3	Peso de la tara (g)	165
4	Peso de la muestra seca (1 - 3) (g)	5000
5	Peso de la muestra lavada seca (2 - 3) (g)	4956
6	Porcentaje de finos(%)	0.88
PORCENTAJE DE FINOS		0.88 %



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasí Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148661

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: Av. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCORSAC@GMAIL.COM



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Código N° : JA OCT 22
		Fecha de Ems. : 17/10/2022
		Páginas : 3 de 3
		Realizado por : N.C.
		Certificado N° : N 50 - 22

MATERIAL MAS FINO QUE LA MALLA # 200
(N.T.P. 400.018)

PROYECTO:	: TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"
CLIENTE	: BACH. ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY
MUESTRA	: RESIDUO DE FUNDICIÓN DE COBRE
UBICACIÓN	: LA OROYA - YAULI - JUNIN

DATOS Y RESULTADOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	DATOS
1	Peso de la muestra seca + tara (g)	1205.1
2	Peso de la muestra lavada seca + tara (g)	1176.3
3	Peso de la tara (g)	160
4	Peso de la muestra seca (1 - 3) (g)	1045.1
5	Peso de la muestra lavada seca (2 - 3) (g)	1016.3
6	Porcentaje de finos(%)	2.76

PORCENTAJE DE FINOS	2.76	%
----------------------------	------	---



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasí Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148861





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS:

**"RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS
PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA
PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"**

Gravedad específica y Absorción

SOLICITANTE:

BACH. JOSEPH ANTHONY ALVARADO ORTEGA

OCTUBRE DEL 2022



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Código	: JA OCT 22
		Fecha de Ems	: 17/10/2022
		Páginas	: 1 de 3
		Realizado por	: N.C.
		Certificado N°	: N 51 - 22

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION
(NORMA MTC E-205)

PROYECTO:	: TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"
CLIENTE	: BACH. ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY
MUESTRA	: AGREGADO FINO
UBICACIÓN	: CANTERA 3 DE DICIEMBRE - HUANCAYO - JUNIN

AGREGADO FINO

N°	IDENTIFICACIÓN	M-1	M-2	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (g)	300.0	300.0	
B	Peso Frasco + agua	688.0	688.0	
C	Peso Frasco + agua + A (g)	988.0	988.0	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (g)	875.0	875.1	
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (g)	113.0	112.9	
F	Peso De Mat. Seco en estufa (105°C) (g)	296.0	296.0	
G	Vol de masa = E - (A - F) (g)	109.0	108.9	
	peso específico base seca	2.619	2.622	
	peso específico sss	2.655	2.657	2.655
	peso específico relativo	2.716	2.718	
	% absorción	1.351	1.351	1.35



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancassi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148981



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Código	: JA OCT 22
		Fecha de Ems	: 17/10/2022
		Páginas	: 2 de 3
		Realizado por	: N.C.
		Certificado N°	: N 52 - 22

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION
(NORMA MTC E-206)

PROYECTO:	: TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"
CLIENTE	: BACH. ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO
UBICACIÓN	: CANTERA 3 DE DICIEMBRE - HUANCAYO - JUNIN

AGREGADO GRUESO

N°	IDENTIFICACIÓN	M-1	M-2	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (g)	5020.0	5021.0	
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Agua) (g)	3260.0	3260.0	
C	Vol. Masa/Vol. Vacios = A - B	1760.0	1761.0	
D	Peso De Mat. Seco en estufa (105°C) (g)	4960.0	4961.0	
E	Vol de masa = C-(A - D) (g)	1700.0	1701.0	
	peso específico base seca	2.818	2.817	
	peso específico sss	2.852	2.851	2.85
	peso específico relativo	2.918	2.917	
	% absorción	1.210	1.209	1.21



ANCCOR SAC.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Carlos A. Ancassi Rojas
.....
Ing. Carlos A. Ancassi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCORSAD@GMAIL.COM



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Código : JA OCT 22
		Fecha de Ems : 17/10/2022
		Páginas : 3 de 3
		Realizado por : N.C.
		Certificado N° : N 53 - 22

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION
(NORMA MTC E-205)

PROYECTO:	: TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"
CLIENTE	: BACH. ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY
MUESTRA	: RESIDUO DE FUNDICIÓN DE COBRE
UBICACIÓN	: LA OROYA - YAULI - JUNIN

AGREGADO FINO

Nº	IDENTIFICACIÓN	M-1	M-2	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (g)	500.0	499.8	
B	Peso Frasco + agua	660.7	660.7	
C	Peso Frasco + agua + A (g)	1160.7	1160.5	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (g)	968.1	968.3	
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (g)	192.6	192.2	
F	Peso De Mat. Seco en estufa (105°C) (g)	483.7	483.5	
G	Vol de masa = E - (A - F) (g)	176.3	175.9	
	peso específico base seca	2.511	2.516	
	peso específico sss	2.596	2.600	2.60
	peso específico relativo	2.744	2.749	
	% absorción	3.370	3.371	3.37



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasí Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCORSAG@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS:

**"RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS
PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA
PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"**

Peso Unitario en Agregado

SOLICITANTE:

BACH. JOSEPH ANTHONY ALVARADO ORTEGA

OCTUBRE DEL 2022



	ANCCOR S.A.C.	Código	: JA OCT 22
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Fecha de Ems	: 17/10/2022
		Páginas	: 1 de 3
		Realizado por	: N.C.
		Certificado N°	: N 54 - 22

PESO UNITARIO EN AGREGADO
(NORMA MTC E-203)

PROYECTO:	: TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"
CLIENTE	: BACH. ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO
UBICACIÓN	: LA OROYA - YAULI - JUNIN

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO					
N°	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	10058	10139	10159
2	Peso del Recipiente	cm ³	2393	2393	2393
3	Peso de la Muestra	cm ³	7665	7746	7766
4	Volumen Molde	gr	5560	5560	5560
5	P.U.S. Seco	kg/m ³	1378.597	1393.165	1396.763
6	Promedio P.U.S. Seco	kg/m ³	1389.508		

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GRUESO					
N°	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	10892	11055	10980
2	Peso del Recipiente	cm ³	2407	2407	2407
3	Peso de la Muestra	cm ³	8485	8648	8573
4	Volumen Molde	gr	5560	5560	5560
5	P.U.C. Seco	kg/m ³	1526.079	1555.396	1541.906
6	Promedio P.U.C. Seco	kg/m ³	1541.127		



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasí Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CÓRDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCORSAC@GMAIL.COM



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Código : JA OCT 22
		Fecha de Ems : 17/10/2022
		Páginas : 2 de 3
		Realizado por : N.C.
		Certificado N° : N 55 - 22

PESO UNITARIO EN AGREGADO
(NORMA MTC E-203)

PROYECTO: : TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL
 CONCRETO PARA PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"
 CLIENTE : BACH. ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY
 MUESTRA : AGREGADO FINO
 UBICACIÓN : LA OROYA - YAULI - JUNIN

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO					
N°	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	11603	11547	11736
2	Peso del Recipiente	cm ³	2393	2393	2393
3	Peso de la Muestra	cm ³	9210	9154	9343
4	Volumen Molde	gr	5560	5560	5560
5	P.U.S. Seco	kg/m ³	1656.475	1646.403	1680.396
6	Promedio P.U.S. Seco	kg/m ³	1661.091		

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO					
N°	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	12478	12524	12545
2	Peso del Recipiente	cm ³	2393	2393	2393
3	Peso de la Muestra	cm ³	10085	10131	10152
4	Volumen Molde	gr	5560	5560	5560
5	P.U.C. Seco	kg/m ³	1813.849	1822.122	1825.899
6	Promedio P.U.C. Seco	kg/m ³	1820.624		



ANCCOR S.A.C.
 LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

.....
Ing. Carlos A. Anccasi Rojas
 Jefe de Laboratorio CIP. 148881

RUC: 20608578189
 DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
 (ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
 TELF.: 974222748 - (064)602348
 ANCCORSAC@GMAIL.COM



	ANCCOR S.A.C.		Código	: JA OCT 22
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		Fecha de Ems	: 17/10/2022
			Páginas	: 3 de 3
	Realizado por	: N.C.		
	Certificado N°	: N 56 - 22		

PESO UNITARIO EN AGREGADO
(NORMA MTC E-203)

PROYECTO:	: TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"
CLIENTE	: BACH. ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY
MUESTRA	: RESIDUO DE FUNDICIÓN DE COBRE
UBICACIÓN	: LA OROYA - YAULI - JUNIN

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO					
N°	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	g	15700	15680	15685
2	Peso del Recipiente	cm ³	3520	3520	3520
3	Peso de la Muestra	cm ³	12180	12160	12165
4	Volumen Molde	g	7050	7050	7050
5	P.U.S. Seco	kg/m ³	1727.660	1724.823	1725.532
6	Promedio P.U.S. Seco	kg/m ³	1726.005		

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO					
N°	DESCRIPCIÓN		M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	g	16840	16690	16690
2	Peso del Recipiente	cm ³	3520	3520	3520
3	Peso de la Muestra	cm ³	13320	13170	13170
4	Volumen Molde	g	7050	7050	7050
5	P.U.C. Seco	kg/m ³	1889.362	1868.085	1868.085
6	Promedio P.U.C. Seco	kg/m ³	1875.177		



ANCCOR SAC.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasí Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 146661

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCORSAC@EMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS:

**"RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS
PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA
PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"**

Diseño de Mezcla

SOLICITANTE:

BACH. JOSEPH ANTHONY ALVARADO ORTEGA

OCTUBRE DEL 2022



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Código : JA OCT 22 Fecha de Ems : 17/10/2022 Páginas : 1 de 4 Realizado por : N.C. Certificado N° : N 57 - 22
	PROYECTO : TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA" CLIENTE : BACH. ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY MUESTRA : RESIDUO DE FUNDICIÓN DE COBRE UBICACIÓN : CANTERA 3 DE DICIEMBRE - HUANCAYO - JUNIN	

Diseño del concreto F'c=210 Kg/cm² con 0.0% Residuo de Fundición de Cobre

Código de ensayo : 01

CEMENTO
MARCA y TIPO
Andino I

A/C = 0.67

Diseño F'c= 210 Kg/cm²

	%	M.F	%ABS.	%HUM.
AG. FINO	63	2.89	1.35	0.60
RES. COBR	0	2.97	3.37	1.63
AG. GRUES	37	7.44	1.21	0.61
GLOBAL	100	4.58		

Materiales	P.E (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Diseño seco para 1m ³	Diseño s.s.s para 1m ³	Correc. por humed.	Diseño correg. para 1m ³	Diseño corregido para Laboratorio
Cemento	3150	0.1171	369 kg	369 kg		369 kg	22.14 kg
Agua	1000	0.2472	269 L	247 kg		259 L	15.52 kg
Arena 1	2655	0.3992	1046 kg	1060 kg	-8	1052 kg	63.12 kg
Piedra 1	2636	0.2344	611 kg	618 kg	-4	614 kg	36.86 kg
Adicion	1340	0.0000	0 kg	0 kg		0.0 kg	0.00 kg
Aire	1000	0.0020	2.0 %	2.00 %		2.0 %	2.00 %
Total		1.0000	2294 kg	2294 kg		2294 kg	

Rendimiento	0.82
P.U.C (Kg/m ³) =	2787

V. Molde (m ³) =	0.007050
Peso Neto C (Kg) =	19.650


ANCCOR S.A.C.
 LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

 Ing. Carlos A. Ancsesi Rojas
 Jefe de Laboratorio Cw. 44664



	ANCCOR S.A.C.	Código : JA OCT 22
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Fecha de Ems : 17/10/2022
		Páginas : 2 de 4
		Realizado por : N.C.
		Certificado N° : N 58 - 22
PROYECTO : TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"		
CLIENTE : BACH. ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY		
MUESTRA : RESIDUO DE FUNDICIÓN DE COBRE		
UBICACIÓN : CANTERA 3 DE DICIEMBRE - HUANCAYO - JUNIN		

Diseño del concreto $F'c=210$ Kg/cm² con 10.0% Residuo de Fundición de Cobre

Código de ensayo : 02

CEMENTO
MARCA y TIPO
Andino I

A/C = 0.67

Diseño $F'c=$ 210 Kg/cm²

	%	M.F	%ABS.	%HUM.
AG. FINO	53	2.89	1.35	0.60
RES. COBR	10	2.97	3.37	1.63
AG. GRUES	37	7.44	1.21	0.60
GLOBAL	100	4.58		

Materiales	P.E (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Diseño seco para 1m ³	Diseño s.s.s para 1m ³	Correc. por humid.	Diseño correg. para 1m ³	Diseño corregido para Lab.
Cemento	3150	0.1149	362 kg	362 kg		362 kg	19.91 kg
Agua	1000	0.2425	268 L	243 kg		256 L	14.09 kg
Ag. Fino	2655	0.3395	889 kg	901 kg	-7	895 kg	49.21 kg
Res. Cobre	2564	0.0641	159 kg	164 kg	-3	161 kg	8.88 kg
Ag. Grueso	2920	0.2370	684 kg	692 kg	-4	688 kg	37.83 kg
Aire	1000	0.0020	2.0 %	2.00 %		2.0 %	2.00 %
Total		1.0000	2362 kg	2362 kg		2362 kg	130 kg

Rendimiento	0.84
P.U.C (Kg/m ³) =	2806

V. Molde (m ³) =	0.007050
Peso Neto C (Kg) =	19.780

 **ANCCOR S.A.C.**
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Carlos A. Ancasí Rojas
Mg. Carlos A. Ancasí Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148861

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCORSAC@GMAIL.COM



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Código : JA OCT 22 Fecha de Ems : 17/10/2022 Páginas : 3 de 4 Realizado por : N.C. Certificado N° : N 59 - 22
	PROYECTO : TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA" CLIENTE : BACH. ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY MUESTRA : RESIDUO DE FUNDICIÓN DE COBRE UBICACIÓN : CANTERA 3 DE DICIEMBRE - HUANCAYO - JUNIN	

Diseño del concreto F'c=210 Kg/cm² con 20.0% Residuo de Fundición de Cobre

Código de ensayo : 03

CEMENTO		A/C = 0.67							
MARCA y TIPO					%	M.F	%ABS.	%HUM.	
Andino I					AG. FINO	43	2.89	1.35	0.60
					RES. COBR	20	2.97	3.37	1.63
					AG. GRUES	37	7.44	1.21	0.60
					GLOBAL	100	4.59		
		Diseño F'c= 210 Kg/cm ²							
Material	P.E (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Diseño seco para 1m ³	Diseño s.s.s para 1m ³	Correc. por humid.	Diseño correg. para 1m ³	Diseño corregido para Lab.		
Cemento	3150	0.1149	362 kg	362 kg		362 kg	19.91 kg		
Agua	1000	0.2425	271 L	243 kg		258 L	14.17 kg		
Ag. Fino	2655	0.2754	721 kg	731 kg	-5	726 kg	39.92 kg		
Res. Cobre	2564	0.1281	318 kg	328 kg	-6	323 kg	17.76 kg		
Ag. Grueso	2920	0.2370	684 kg	692 kg	-4	688 kg	37.83 kg		
Aire	1000	0.0020	2.0 %	2.00 %		2.0 %	2.00 %		
Total		1.0000	2356 kg	2356 kg		2356 kg	130 kg		
		Rendimiento = 0.84							
		P.U.C (Kg/m ³) = 2809							
				V. Molde (m ³) = 0.007050					
				Peso Neto C (Kg) = 19.800					


ANCCOR S.A.C.
 LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancassi Rojas
 Jefe de Laboratorio CIP. 146881

RUC: 20608578189
 DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
 (ALTA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
 TEL.: 974222748 - (064)602348
 ANCCORSAC@GMAIL.COM



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Código : JA OCT 22
		Fecha de Ems : 17/10/2022
		Páginas : 4 de 4
		Realizado por : N.C.
		Certificado N° : N 60 - 22
PROYECTO : TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"		
CLIENTE : BACH. ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY		
MUESTRA : RESIDUO DE FUNDICIÓN DE COBRE		
UBICACIÓN : CANTERA 3 DE DICIEMBRE - HUANCAYO - JUNIN		

Diseño del concreto F'c=210 Kg/cm² con 30.0% Residuo de Fundición de Cobre

Código de ensayo : 04

CEMENTO
MARCA y TIPO
Andino I

A/C = 0.67

Diseño F'c= 210 Kg/cm²

	%	M.F	%ABS.	%HUM.
AG. FINO	33	2.89	1.35	0.60
RES. COBRE	30	2.97	3.37	1.63
AG. GRUESO	37	7.44	1.21	0.60
GLOBAL	100	4.60		

Material	P.E (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Diseño seco para 1m ³	Diseño s.s.s para 1m ³	Correc. por humed.	Diseño correg. para 1m ³	Diseño corregido para Lab.
Cemento	3150	0.1149	362 kg	362 kg		362 kg	19.91 kg
Agua	1000	0.2425	274 L	243 kg		259 L	14.25 kg
Ag. Fino	2655	0.2114	554 kg	561 kg	-4	557 kg	30.64 kg
Res. Cobre	2564	0.1922	477 kg	493 kg	-8	484 kg	26.64 kg
Ag. Grueso	2920	0.2370	684 kg	692 kg	-4	688 kg	37.83 kg
Aire	1000	0.0020	2.0 %	2.00 %		2.0 %	2.00 %
Total		1.0000	2350 kg	2350 kg		2350 kg	129 kg

Rendimiento	0.84
P.U.C (Kg/m ³) =	2813

V. Molde (m ³) =	0.007050
Peso Neto C (Kg) =	19.830


ANCCOR SAC.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancassi Rojas
 Jefe de Laboratorio CIP. 148861

RUC: 20608578189
 DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
 (ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
 TELF.: 974222748 - (064)602348
 ANCCORSAC@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS:

**"RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS
PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA
PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"**

Ensayos al Concreto Fresco

SOLICITANTE:

BACH. JOSEPH ANTHONY ALVARADO ORTEGA

OCTUBRE DEL 2022



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	Código : JA OCT 22
		Fecha de Ems : 17/10/2022
		Páginas : 1 de 1
		Realizado por : N.C.
		Certificado N° : N 61 - 22

ENSAYOS AL CONCRETO FRESCO

PROYECTO:	: TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"
CLIENTE	: BACH. ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY
UBICACIÓN	: HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN

N°	ENSAYOS AL CONCRETO FRESCO						
	FECHA DE ENSAYO	DESCRIPCIÓN	% DE RESIDUO DE FUNDICIÓN DE COBRE	CONTENIDO DE AIRE (%)	TEMPERATURA °C	HORA DE ENSAYO	SLUMP(")
1	02/09/2022	FC 210 Kg/cm2	Convencional	2.75	16.4	2:30 p.m.	5
2	05/09/2022	FC 210 Kg/cm2	10% Cobre	2.20	11.1	3:00 p.m.	5 1/4
3	07/09/2022	FC 210 Kg/cm2	20% Cobre	1.85	17.6	3:20 p.m.	5 1/2
4	09/09/2022	FC 210 Kg/cm2	30% Cobre	1.70	13.2	3:30 p.m.	6



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCORSAC@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS:

**"RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS
PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA
PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"**

Resistencia a la Compresión

SOLICITANTE:

BACH. JOSEPH ANTHONY ALVARADO ORTEGA

OCTUBRE DEL 2022





ANCCOR S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO

(N.T.P. 339.034)

Código N° : JA OCT 22
 Fecha de Emis. : 17/10/2022
 Páginas : 1 de 1
 Realizado por : N.C.
 Certificado N° : N.62 - 22

PROYECTO : TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"
 CLIENTE : BACH, ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY
 MUESTRA : CONVENCIONAL
 CLAS DE MAT. : CONCRETO

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA						RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN														
N°	CODIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA	f _c kg/cm ²	PESO (g)	Ø _{prom} cm	AREA cm ²	FECHA	EDAD	LECT(kg)	f _{ce}	f _{cr}	PROMEDIO %	FALLA						
1	M-1	02-09-22	PROBETA DISEÑO CONVENCIONAL	210	3.870	10.0	78.54	16-09-22	14	15,370 Kg	196	208	99	3						
	M-2				3.800	10.0	78.54			09-09-22	7				15,070 Kg	192	199	95	3	
	M-3				3.860	10.0	78.54								16,510 Kg	210				
	M-4				3.830	10.0	78.54								16,320 Kg	208				
	M-5				3.820	10.0	78.54								16,420 Kg	209				
	M-6				3.820	10.0	78.54								16,360 Kg	208				
	M-7				3.820	10.0	78.54								19,200 Kg	244				
	M-8				3.830	10.0	78.54								18,650 Kg	237				
	M-9				3.860	10.0	78.54								30-09-22	28	19,220 Kg	245		
GRAFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO																				
TIPO DE ROTURA						DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ROTURA														
						<p>TIPO 1: Conos azoconómicos bien formados, en ambas bases, menor de 25 mm de grietas entre conos.</p> <p>TIPO 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de la copa, como no bien definido en la otra base.</p> <p>TIPO 3: Conos verticales inclinados en ambas bases, conos no bien formados.</p> <p>TIPO 4: Fractura oblicua al ser golpeado en las bases, golpeado con martillo para definir del tipo 1.</p> <p>TIPO 5: Fractura del lado en la base (superior o inferior) ocurre simultáneamente con la copa de ensayo.</p> <p>TIPO 6: Similar al tipo 5 pero el tamaño del cono es aceptable.</p>														

RUC: 20608578189
 DIRECCIÓN: AV. GENERAL Córdova # 322 Chilga - HUANCAYO
 ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
 TELF.: 974222748 - (064)602348
 ANCCOR@GMAIL.COM

ANCCOR S.A.C.
 LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS
 Ing. Gastón A. Ancas/Rojas
 Jefe de Laboratorio CIP. 148861





ANCCOR S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Código N° : JA OCT 22
 Fecha de Emis. : 17/10/2022
 Páginas : 1 de 1
 Realizado por : N.C.
 Certificado N° : N 63 - 22

ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
 (N.T.P. 339.034)

PROYECTO : TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"
 CLIENTE : BACH, ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY
 MUESTRA : 10% RESIDUO DE FUNDICIÓN DE COBRE
 CLAS DE MAT. : CONCRETO

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA						RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN								
N°	CODIGO DE PROBETA	MUESTREO PROBETA FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA	f _c kg/cm ²	PESO (g)	Ø _{prom} cm	ÁREA cm ²	FECHA	EDAD	LECT(kg)	f _{ce}	PROMEDIO f _{cr}	%	FALLA
2	M-10	05-09-22	PROBETA DISEÑO 10% RESIDUO DE FUNDICIÓN DE COBRE	210	3.750	10.0	78.54	19-09-22	7	19,950 Kg	254	286	136	5
	M-11				3.750	10.0	78.54			19,650 Kg	250			
	M-12				3.770	10.0	78.54			19,360 Kg	246			
	M-13				3.820	10.0	78.54			22,500 Kg	286			
	M-14				3.810	10.0	78.54			22,420 Kg	285			
M-15	3.820	10.0	78.54	22,360 Kg	285									
M-16	3.800	10.0	78.54	23,980 Kg	305									
M-17	3.810	10.0	78.54	23,850 Kg	304									
M-18	3.820	10.0	78.54	23,640 Kg	301									

GRÁFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO

TIPO DE ROTURA	1	2	3	4	5	6	DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ROTURA
							TIPO 1: Como resultado de un esfuerzo axial, a partir de una base, menos de 25 mm de grueso entre ejes. TIPO 2: Como resultado de un esfuerzo axial, a partir de una base, desplazamiento de grueso vertical a nivel de la cabeza, como o bien distribuido en la zona base. TIPO 3: Como resultado de un esfuerzo axial, a partir de una base, como resultado de un esfuerzo. TIPO 4: Fractura diagonal en ángulo en las bases, debido a un esfuerzo para diferenciar del tipo 1. TIPO 5: Fractura de tipo en las bases (superior o inferior) con un esfuerzo para diferenciar del tipo 1. TIPO 6: Similar al tipo 5, pero el esfuerzo de tracción es aplicado.

RUC: 20608578189
 DIRECCIÓN: AV. GENERAL Córdova # 322 Chilga - HUANGAYO
 (ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
 TELF.: 974222748 - (064)602348
 ANCCOR@GMAIL.COM



Ing. Carlos A. Anccasti Rojas
 Jefe de Laboratorio CIP. 14881





ANCCOR S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Código N° : JA OCT 22
 Fecha de Emis. : 17/10/2022
 Páginas : 1 de 1
 Realizado por : N.C.
 Certificado N° : N 64 - 22

ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO

(N. T. P. 339.034)

PROYECTO : TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"
 CLIENTE : BACH, ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY
 MUESTRA : 20% RESIDUO DE FUNDICIÓN DE COBRE
 CLAS DE MAT. : CONCRETO

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA						RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN									
N°	CODIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA	fc kg/cm²	PESO (g)	Ø _{prom} cm	AREA cm²	FECHA	EDAD	LECT(kg)	f _{ce}	f _{cr}	PROMEDIO %	FALLA	
3	M-19	07-09-22	PROBETA DISEÑO 20% RESIDUO DE FUNDICIÓN DE COBRE	210	3.770	10,0	78.54	21-09-22	14	18.380 Kg	234	308	147	5	
	M-20				3.790	10,0	78.54			22.390 Kg	285				123
	M-21				3.770	10,0	78.54			20.140 Kg	256				
	M-22				3.790	10,0	78.54			24.760 Kg	315				
	M-23				3.780	10,0	78.54			24.390 Kg	311				
	M-24				3.790	10,0	78.54			23.370 Kg	298				
	M-25				3.900	10,0	78.54			26.490 Kg	337				
M-26	3.810	10,0	78.54	26.790 Kg	341	326	155								
M-27	3.800	10,0	78.54	23.550 Kg	300			5							

GRÁFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO

TIPO DE ROTURA	1	2	3	4	5	6	DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ROTURA
							<p>TIPO 1: Corros azules/verdes bien formados, en ambas caras, menos de 25 mm de espesor entre caras.</p> <p>TIPO 2: Como bien formado sobre una base, desplazamiento de grueso vertical a través de las caras, como no bien definido en la otra base.</p> <p>TIPO 3: Grueso vertical con un eje de compresión en ambos lados, como no bien formado.</p> <p>TIPO 4: Fractura diagonal en grueso en las bases, (ocasional con trazo para diferenciar del tipo 1).</p> <p>TIPO 5: Fractura de lado en las bases (superior o inferior) (ocasionalmente con las caras de enfrente).</p> <p>TIPO 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del diámetro es acortado.</p>

RUC: 20608578189
 DIRECCIÓN: AV. GENERAL Córdova # 322 CHILGA - HUANGAYO
 ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES,
 TEL.: 974222748 - (064)602348
 ANCCORSA@GMAIL.COM

ANCCOR S.A.C.
 LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS
 Ing. Carlos A. Ancor Rojas
 Jefe de Laboratorio Ctr. 149861





ANCCOR S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO

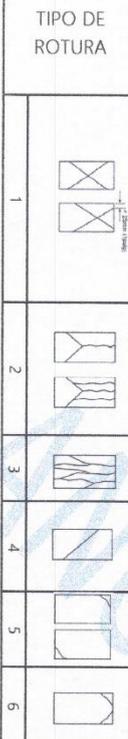
(N.I.P. 339.034)

Código N° : JA OCT 22
 Fecha de Emis. : 17/10/2022
 Páginas : 1 de 1
 Realizado por : N.C.
 Certificado N° : N 65 - 22

PROYECTO : TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"
 CLIENTE : BACH, ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY
 MUESTRA : 30% RESIDUO DE FUNDICIÓN DE COBRE
 CLAS DE MAT. : CONCRETO

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA						RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN								
N°	CODIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA	f _c kg/cm ²	PESO (g)	Ø _{prom} cm	AREA cm ²	FECHA	EDAD	LECT(kg)	f _{ce}	f _{cr}	PROMEDIO %	FALLA
4	M-28	09-09-22	PROBETA DISEÑO 30% RESIDUO DE FUNDICIÓN DE COBRE	210	3.850	10.0	78.54	16-09-22	7	18.520 Kg	236	236	112	5
	M-29				3.840	10.0	78.54			18.430 Kg	235			
	M-30				3.860	10.0	78.54			18.710 Kg	238			
	M-31				3.820	10.0	78.54			21.640 Kg	276			
	M-32				3.820	10.0	78.54			21.520 Kg	274			
	M-33				3.830	10.0	78.54			21.300 Kg	271			
M-34	3.860	10.0	78.54	22.320 Kg	284	280	280	133	5					
M-35	3.840	10.0	78.54	22.020 Kg	280									
M-36	3.850	10.0	78.54	21.650 Kg	276									

GRAFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO



TIPO 1: Concreto agrietado por tracción, en el lado tenso, menos de 25 mm de grietas de tracción.
 TIPO 2: Concreto delimitado sobre una base, desplazamiento al grietas verticales a través de la capa, como se bien definido en la granular.
 TIPO 3: Grietas verticales, con traves en forma de V, como se bien definido.
 TIPO 4: Grietas diagonales, con traves en las bases, (depende con medidas para el desarrollo del tipo 1).
 TIPO 5: Fractura de tipo "en base" (ejemplo o similar) con traves en la base, como se bien definido en la granular.
 TIPO 6: Similar al tipo 3, pero al terminal de donde se agrietado.

DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ROTURA

RUC: 20608578189
 DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILDA - HUANGAYO
 (ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
 TEL.: 974222748 - (064)502348
 ANCCORRAG@GMAIL.COM



Ing. Carlos A. Ancasti Rojas
 Jefe de Laboratorio CIP. 148851





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

TESIS:

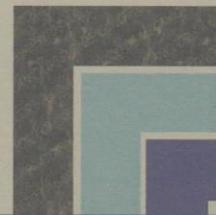
**"RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS
PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA
PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA"**

Resistencia a la Flexión

SOLICITANTE:

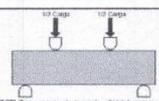
BACH. JOSEPH ANTHONY ALVARADO ORTEGA

OCTUBRE DEL 2022



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Código N° : JA OCT 22
		Fecha de Ems. : 17/10/2022
		Páginas : 1 de 1
		Realizado por : N.C.
		Certificado N° : N 66 - 22

ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO
(N.T.P. 339.078)/ASTM C78

PROYECTO : TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PAR PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA" CLIENTE : BACH. ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY MUESTRA : CONVENCIONAL CLAS DE MAT. : CONCRETO	
--	---

N°	CÓDIGO	FECHA MUESTREO	ESTRUCTURA	LUZ	ALT.	ANCHO	FECHA ROTURA	EDAD	LECT(kg)	MR	MR Prom	Zona de Fractura
1	M-1	02-09-22	VIGA CONVENCIONAL	30	10.0	10.00	09-09-22	7	990 Kg	30	29	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
	M-2			30	10.0	10.00			910 Kg	27		
	M-4			16-09-22	14	30	10.0	10.00	1,200 Kg	36	35	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
	M-5					30	10.0	10.00	1,140 Kg	34		
	M-7			30-09-22	28	30	10.0	10.00	1,540 Kg	46	48	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
	M-8					30	10.0	10.00	1,650 Kg	50		



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

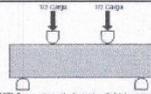
.....
Ing. Carlos A. Ancsesi Rojas
 Jefe de Laboratorio CIP. 148881

RUC: 20608578189
 DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
 (ALTA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
 TELF.: 974222748 - (064)602348
 ANCCORSAC@GMAIL.COM



	ANCCOR S.A.C.		Código N°	: JA OCT 22	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS		Fecha de Ems.	: 17/10/2022	
				Páginas	: 1 de 1
				Realizado por	: N.C.
				Certificado N°	: N 67 - 22

ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO
(N.T.P. 339.078)/ASTM C78

PROYECTO : TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA" CLIENTE : BACH. ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY MUESTRA : 10% RESIDUO DE FUNDICIÓN DE COBRE CLAS DE MAT. : CONCRETO	
--	---

N°	CÓDIGO	FECHA MUESTREO	ESTRUCTURA	LUZ	ALT.	ANCHO	FECHA ROTURA	EDAD	LECT(kg)	MR	MR Prom	Zona de Fractura
2	M-1	05-09-22	VIGA DISEÑO 10% RESIDUO DE FUNDICIÓN DE COBRE	30	10.0	10.00	12-09-22	7	1,110 Kg	33	32	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
	M-2			30	10.0	10.00			1,008 Kg	30		
	M-4			19-09-22	14	30	10.0	10.00	1,260 Kg	38	39	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
	M-5					30	10.0	10.00	1,320 Kg	40		
	M-7			03-10-22	28	30	10.0	10.00	1,730 Kg	52	51	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
	M-8					30	10.0	10.00	1,660 Kg	50		



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

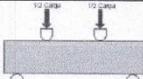
.....
Ing. Carlos A. Ancosi Rojas
 Jefe de Laboratorio CIP. 148831

:: 20608578189
 cción: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANGAYO
 URA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
 :: 974222748 - (064)602348
 JDRSAC@GMAIL.COM



	ANCCOR S.A.C.		Código N°	: JA OCT 22	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS		Fecha de Ems.	: 17/10/2022	
				Páginas	: 1 de 1
				Realizado por	: N.C.
				Certificado N°	: N 68 - 22

ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO
(N.T.P. 339.078)/ASTM C78

PROYECTO : TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA" CLIENTE : BACH. ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY MUESTRA : 20% RESIDUO DE FUNDICIÓN DE COBRE CLAS DE MAT. : CONCRETO	
--	---

N°	CÓDIGO	FECHA MUESTREO	ESTRUCTURA	LUZ	ALT.	ANCHO	FECHA ROTURA	EDAD	LECT(kg)	MR	MR Prom	Zona de Fractura
3	M-1	07-09-22	VIGA DISEÑO 20% RESIDUO DE FUNDICIÓN DE COBRE	30	10.0	10.00	14-09-22	7	1,260 Kg	38	36	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
	M-2			30	10.0	10.00			1,150 Kg	35		
	M-4			21-09-22	14	30	10.0	10.00	1,440 Kg	43	42	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
	M-5					30	10.0	10.00	1,390 Kg	42		
	M-7			05-10-22	28	30	10.0	10.00	1,780 Kg	53	55	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
	M-8					30	10.0	10.00	1,860 Kg	56		



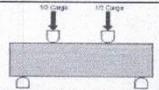
ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancassi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 145881



	ANCCOR S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Código N° : JA OCT 22
		Fecha de Ems. : 17/10/2022
		Páginas : 1 de 1
		Realizado por : N.C.
		Certificado N° : N 69 - 22

ENSAYO A LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO
(N.T.P. 339.078)/ASTM C78

PROYECTO : TESIS "RESIDUOS DE FUNDICIÓN DE COBRE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PAR PAVIMENTOS EN LAS VÍAS URBANAS - LA OROYA" CLIENTE : BACH. ALVARADO ORTEGA JOSEPH ANTHONY MUESTRA : 30% RESIDUO DE FUNDICIÓN DE COBRE CLAS DE MAT. : CONCRETO	 <p><small>ASTM C78. Carga en los puntos medios. La velocidad de carga de aplicación debe ser de 0.2 mm/min. El momento de carga se mide directamente en el punto de carga en el punto medio. La tensión máxima en el tramo medio de la viga.</small></p>
---	--

N°	CÓDIGO	FECHA MUESTREO	ESTRUCTURA	LUZ	ALT.	ANCHO	FECHA ROTURA	EDAD	LECT(kg)	MR	MR Prom	Zona de Fractura
4	M-1	09-09-22	VIGA DISEÑO 30% RESIDUO DE FUNDICIÓN DE COBRE	30	10.0	10.00	16-09-22	7	1,030 Kg	31	33	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
	M-2			30	10.0	10.00			1,150 Kg	35		
	M-4			23-09-22	14	30	10.0	10.00	1,330 Kg	40	40	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
	M-5					30	10.0	10.00	1,360 Kg	41		
	M-7			07-10-22	28	30	10.0	10.00	1,730 Kg	52	53	DENTRO DEL TERCIO MEDIO
	M-8					30	10.0	10.00	1,800 Kg	54		



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasí Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148551

