



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**Efectos de la Adición de Aceite de Motor Usado Sobre las
Propiedades Físicas, Mecánicas y Microestructurales
del Concreto**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO CIVIL**

Autor

Bach. Rojas Arce Amilkar Smith Segundo

<https://orcid.org/0000-0001-5423-5145>

Asesor

Mg. Chilon Muñoz Carmen

<https://orcid.org/0000-0002-3631-2001>

Línea de Investigación

**Tecnología e Innovación en Desarrollo de la Construcción y la
Industria en un Contexto de Sostenibilidad**

Sublínea de Investigación

Innovación y Tecnificación en Ciencia de los Materiales, Diseño e

Infraestructura

Pimentel – Perú

2024



DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe la DECLARACIÓN JURADA, soy egresado del Programa de Estudios de **Ingeniería Civil** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

EFFECTOS DE LA ADICIÓN DE ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Rojales Arce Amilkar Smith Segundo	DNI: 70157655	
------------------------------------	---------------	---

Pimentel, 31 de agosto del 2024.

REPORTE DE SIMILITUD TURINITIN

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

Efectos de la Adición de Aceite de Motor Usado
Sobre las Propiedades Físicas, Mecánicas y
Microestructurales del Concreto

AUTOR

AMILKAR ROJALES

RECuento de palabras

8666 Words

Recuento de caracteres

39473 Characters

Recuento de páginas

34 Pages

Tamaño del archivo

753.4KB

Fecha de entrega

Oct 21, 2024 9:39 PM GMT-5

Fecha del informe

Oct 21, 2024 9:39 PM GMT-5

● 13% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 11% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado

**EFFECTOS DE LA ADICIÓN DE ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS
PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL
CONCRETO**

Aprobación del jurado

DR. CORONADO ZULOETA OMAR
Presidente del Jurado de Tesis

DR. SALINAS VÁSQUEZ NÉSTOR RAÚL
Secretario del Jurado de Tesis

MG. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO
Vocal del Jurado de Tesis

ÍNDICE

Resumen	8
Abstract.....	9
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. MATERIALES Y MÉTODO	17
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
3.1. Resultados.....	24
3.2. Discusión	37
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
4.1. Conclusiones	42
4.2. Recomendaciones	43
REFERENCIAS	44
ANEXOS.....	49

Índice de tablas

Tabla VII Cantidad de muestras evaluadas por cada propiedad del concreto patrón.....	19
Tabla VIII Cantidad de muestras evaluadas por cada propiedad del concreto con porcentajes de adición de UEO.....	20
Tabla IX Comparación de las características del agregado fino de cada cantera	24
Tabla X Comparación de las características del agregado grueso de cada cantera	25
Tabla XI Detalle de dosificación de concretos de $f'c=210$ kg/cm ²	25
Tabla XII Composición química del aceite de motor usado (UEO).....	26
Tabla XIII Composición química medida por EDS	36
Tabla XIV Comparación de las características de los agregados de cada cantera	37
Tabla XV Composición química del aceite de motor usado (UEO)	38
Tabla XVI Comparación de los resultados de los ensayos físicos del concreto fresco con UEO.....	39
Tabla XVII Comparación de los resultados de los ensayos mecánicos del concreto con UEO	40
Tabla V Operacionalización de la variable independiente.....	51
Tabla VI Operacionalización de la variable dependiente.....	52
Tabla XXVIII Prueba de normalidad.....	140
Tabla XIX Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error	141
Tabla XX Prueba de efectos inter-sujetos.....	142
Tabla XXI Comparaciones múltiples análisis Anova	143
Tabla XXII Prueba de normalidad	144
Tabla XXIII Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error	145
Tabla XXIV Prueba de efectos inter-sujetos	146
Tabla XXV Comparaciones múltiples análisis Anova	147
Tabla XXVI Prueba de normalidad.....	148
Tabla XXVII Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error	149
Tabla XXVIII Prueba de efectos inter-sujetos	150

Tabla XXIX Comparaciones múltiples análisis Anova	151
Tabla XXX Prueba de normalidad.....	152
Tabla XXXI Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error	153
Tabla XXXII Prueba de efectos inter-sujetos	154
Tabla XXXIII Comparaciones múltiples análisis Anova	155

Índice de figuras

Fig. 1. Diagrama de flujo.....	23
Fig. 2. Variación del asentamiento para diferentes dosificaciones de UEO.....	27
Fig. 3. Variación de la temperatura para diferentes dosificaciones de UEO	28
Fig. 4. Variación del peso unitario para diferentes dosificaciones de UEO.....	29
Fig. 5. Contenido de aire del CP 210 kg/cm ² y con adición de FA.....	30
Fig. 6. Variación de la resistencia a la compresión con UEO	31
Fig. 7. Variación de la resistencia a la tracción con UEO	32
Fig. 8. Variación de la resistencia a la flexión con UEO	33
Fig. 9. Variación del módulo de elasticidad (Ec) con UEO	34
Fig. 10. Micrografía a 300x y 500x de la muestra con UEO	35
Fig. 11 Ensayo de granulométrico	133
Fig. 12 Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.....	133
Fig. 13 Muestra de los agregados colocado en el horno.....	134
Fig. 14 Ensayo de Peso específico y Absorción del agregado fino	134
Fig. 15 Ensayo de Peso específico y Absorción del agregado grueso	135
Fig. 16 Preparación de la mezcla, adición de UEO a la mezcla y moldeado de muestras.	135
Fig. 17 Ensayo de asentamiento del concreto fresco.....	136
Fig. 18 Ensayo del contenido de aire y temperatura	136
Fig. 19. Ensayo de resistencia a la compresión y tracción.....	137
Fig. 20. Ensayo de resistencia a la flexión y módulo de elasticidad	137

EFFECTOS DE LA ADICIÓN DE ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO

Resumen

El aceite de motor usado (UEO) es un material está constituido por componentes altamente perjudiciales para el medio ambiente y la salud humana, además no tienen un manejo y almacenamiento adecuado dentro de la industria que lo utiliza contaminando el suelo, agua y aire. El propósito de este estudio fue analizar las consecuencias de la adición de UEO sobre las propiedades físicas, mecánicas y microestructurales del concreto. En esta investigación se llevó a cabo un enfoque experimental con un diseño cuantitativo. Se creó una mezcla patrón con una resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, y se fabricaron especímenes con diferentes proporciones de UEO, que equivalían al 0.10%, 0.15%, 0.30% y 0.50% del peso del cemento. Los resultados físicos del concreto evidenciaron una variación significativa a medida que se incorporaba mayor dosificación de UEO, en referencia a las propiedades mecánicas del concreto, se evidenció que el porcentaje de mejor desempeño fue el 0.15% de UEO en la resistencia a la compresión y tracción asemejándose en 2.06% y 9.92%, mientras que a la flexión y el módulo elástico fue con el 0.10% de UEO reduciéndose en 2.82% y 3.51% en comparación al CP 210 kg/cm^2 . En la microestructura de la muestra de concreto con un contenido del 0,15% de UEO muestra tamaños de poro reducidos y regiones distintivas en forma de láminas ricas en calcio. Se concluye que el uso del UEO adicionado al concreto es una buena alternativa para la producción de concretos no estructurales amigables con el medio ambiente.

Palabras Clave: Concreto, aceite de motor usado, propiedades físicas, propiedades mecánicas, microestructura.

Abstract

Used motor oil (UEO) is a material made up of components that are highly harmful to the environment and human health. In addition, it is not handled and stored properly within the industry that uses it, thus polluting the soil, water and air. The purpose of this study was to analyze the consequences of the addition of UEO on the physical, mechanical and microstructural properties of concrete. In this research, an experimental approach with a quantitative design was carried out. A standard mixture with a resistance of $f'c=210$ kg/cm² was created, and specimens were manufactured with different proportions of UEO, which were equivalent to 0.10%, 0.15%, 0.30% and 0.50% of the cement weight. The physical results of the concrete showed a significant variation as a higher dosage of UEO was incorporated. In reference to the mechanical properties of the concrete, it was shown that the percentage of best performance was 0.15% of UEO in the compressive and tensile strength, resembling 2.06% and 9.92%, while in flexural and elastic modulus it was with 0.10% of UEO, reducing by 2.82% and 3.51% compared to CP 210 kg/cm². The microstructure of the concrete sample with a content of 0.15% of UEO shows reduced pore sizes and distinctive regions in the form of calcium-rich sheets. It is concluded that the use of UEO added to concrete is a good alternative for the production of non-structural concretes that are friendly to the environment.

Keywords: Concrete, used motor oil, physical properties, mechanical properties, microstructure.

I. INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, el avance industrial de la construcción ha ido de la mano con un crecimiento urbano acelerado y un incremento en la densidad poblacional, esta expansión ha traído consigo un aumento en la necesidad de materias primas, bienes y energía, generando así una mayor producción de residuos, de manera que si estos desechos no son manejados de manera apropiada pueden generar un impacto negativo en nuestro entorno natural, en múltiples sectores industriales y comerciales, así como en áreas pobladas, la atención hacia los aspectos ambientales a menudo ha sido insuficiente debido a la falta de formalidad y a la carencia de alternativas de reutilización [1].

El sector de la construcción está en constante desarrollo, siendo el cemento el material clave para la fabricación de concreto porque forma una excelente unión con los agregados, sin embargo, su fabricación genera efectos ambientales de gases nocivos como el CO₂, asimismo, la producción anual de cemento es de 2.3 mil millones de toneladas, lo que representa aproximadamente el 7% de la emisión total de CO₂ [2]. Por otro lado, es esencial manejar adecuadamente los aceites de motor usados para evitar sus efectos dañinos sobre la salud humana y el medio ambiente, debido al mayor número de vehículos de motor, hay un aumento en la producción de aceites usados en todo el mundo, según afirma el Departamento de Calidad Ambiental de Utah que más del 50-60% del aceite de motor usado se ha eliminado ilegalmente al medio ambiente [3].

Por otro lado, Kanamarlapudi et al. señala que la calidad del concreto se puede mejorar añadiendo diferentes aditivos minerales, puesto que, al incorporar estos aditivos se reduce el contenido de cemento lo que minimiza el impacto ambiental y también aumentan las propiedades del concreto, el uso de materiales de subproductos industriales en la preparación del concreto puede conducir a un importante ahorro de energía, ahorro de costes y reducción de la contaminación ambiental [4].

La idea de incorporar materiales de desecho al concreto surgió de la gran demanda de materiales de construcción que ha reducido sus depósitos naturales, por otro lado, los métodos comunes de vertido y enterramiento han demostrado ser poco saludables debido a la contaminación ambiental y de las masas de agua, asimismo el 45 % del aceite de motor usado se recolecta en todo el mundo, mientras que el otro 55 % termina en nuestro medio ambiente, en vista de estos desafíos, el acto de reciclar y reutilizar materiales de desecho está ganando atención proporcionando una solución práctica sostenible [5].

Durante las últimas décadas, algunos de los desechos y subproductos industriales se han utilizado ampliamente como materiales constituyentes del concreto debido a que contienen una gran cantidad de sílice amorfa que como reemplazo porcentual del cemento han mejorado sustancialmente sus propiedades y durabilidad [6]. La generación de aceite de motor usado se caracteriza por altos volúmenes, ya que anualmente se descartan gran cantidad, asimismo, en su composición química contiene metales pesados peligrosos para los humanos y para el medio ambiente, de manera que es esencial evaluar su viabilidad como aditivo expansivo para ser utilizado en la producción de concreto liviano. [7]

Elgie et al. menciona que, en la isla de Granada de un total de 582 toneladas de aceite de motor importadas en un año, 105 toneladas se pierden durante el uso del material y las otras 477 toneladas cumple su vida útil y se almacenan en tiendas de automóviles donde se disipan de manera generalizada debido a su mal manejo o mal almacenamiento [8]. De manera, que una de las fuentes de estos aceites usados que contaminan al medio ambiente son los talleres mecánicos donde no le dan el manejo y recojo adecuado [1]. Muchas veces estos aceites llegan a superficies de suelos orgánicos o permeables alterando sus propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la misma manera su presencia en el agua puede conllevar a malformaciones o erradicación de especies, también el aire se contamina con los metales que lo componen producto de la quema indiscriminada del mismo [9].

El aceite de motor usado se reconoce como un residuo peligroso que su eliminación de una manera respetuosa con el medio ambiente es un gran desafío, puesto que, se clasifica como un residuo líquido peligroso que se recoge durante el mantenimiento de un motor de automóvil, dicho elemento contiene varios contaminantes como plomo, cobre, magnesio, zinc, cromo, cloruros, arsénico, cadmio y bifenilo policlorado, que plantean graves preocupaciones para su eliminación segura. Por lo tanto, es necesario desechar el aceite de motor usado de una manera segura que cumpla con las regulaciones ambientales relevantes o de acuerdo con las prácticas recomendadas [6]

En Chimbote, se observa que los talleres de mecánica llevan a cabo a diario cambios de aceite en vehículos como colectivos, taxis y automóviles particulares, estos aceites usados luego son vertidos en cilindros y otros recipientes con la intención de reutilizarlos en talleres informales, lamentablemente gran parte de estos aceites termina derramándose en el suelo en superficies que generalmente no están diseñadas para ser impermeables lo que ocasiona un daño al entorno ambiental, de manera que, dichos residuos originados por la industria y actividades afines conllevan un peligro preocupante tanto para el medio ambiente como para la salud de los individuos. [10].

En Cusco, se ha evidenciado que el aceite de motor usado se almacena en cilindros para su posterior venta como combustible, identificado que lo utilizan las industrias para la producción de tejas y ladrillos que queman este combustible generando la contaminación del aire y un impacto negativo en el medio ambiente [11]. Por otro lado, el aceite de motor usado recoge una serie de impurezas en su mayoría altamente tóxicos como compuestos metálicos y compuestos de bario, azufre, suciedad, agua, carbón quemado y cenizas producto de su función de lubricar, proteger, limpiar, preservar y refrigerar las piezas móviles de un motor, siendo esencial utilizarlo de manera segura sin que cause daños en el ambiente [12].

En Lambayeque, la cantidad de vehículos en circulación ha experimentado un crecimiento significativo y rápido, de acuerdo al Ministerio de Transporte y Comunicaciones la región cuenta con 60 658 automóviles livianos, que incluyen automóviles, station wagons y pick-ups, de manera que este aumento en el parque automotor ha llevado a un incremento en uno de los servicios de mantenimiento más frecuentes, que es el cambio de aceites lubricantes multigrado, que lamentablemente el manejo inadecuado de los restos de aceite está provocando un aumento en la contaminación ambiental, producido por la falta de técnicas precisas para la recolección y el almacenamiento idóneo de estos residuos generando a la propagación de problemas medioambientales y a la posible proliferación de enfermedades debido a los componentes tóxicos presentes en estos aceites usados [13].

Cabrejos & Sipión llevaron a cabo una investigación de tipo descriptivo que se centró en suelos contaminados con aceite usado de automóviles, este aceite fue recolectado de talleres de reparación de vehículos y puntos de venta de lubricantes automotrices en la provincia de Chiclayo durante octubre de 2018, se recolectaron un total de 15 muestras de suelo, utilizando un método de selección no probabilístico, en relación a los resultados, se observó que los suelos presentaban un nivel significativo de toxicidad que afectaba negativamente la capacidad de las semillas para germinar, en ese sentido, es esencial plantear alternativas de reutilización de forma sostenible [14].

Con respecto a los antecedentes, Balboa et al. [15] investigaron la factibilidad del aceite residual de motor en las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Tuvo como objetivo evaluar las propiedades mecánicas con adiciones de aceite de motor usado (UEO). Por ello, adicionaron porcentajes de 0.13%, 0.31%, 0.48%, 0.66% y 0.79% de aceite de residual de motor (UEO) por peso de cemento. En el análisis de los resultados se identificó que la dosis optima fue con el 0.13% de UEO, consiguiendo en la resistencia a la compresión, tracción un incremento de 8% y 0.36%, mientras que a la flexión disminuyó en 3.81 respecto a la muestra referencial. Concluyendo que el uso de aceite de motor es factible en un concreto no estructural, asimismo, el UEO tiene un impacto favorable para reducir el daño del ecosistema.

Okashah et al. [5] investigaron la influencia de aceite de motor de automóviles (UEO) y humo de sílice (HS) en las propiedades del concreto ecológico. Tuvo como objetivo de estudio evaluar la incorporación de UEO y HS para mejorar las propiedades del concreto. Por ello se incorpora dos tipos de UEO con Gasolina (DUEO) y con diésel (PUEO) en porcentajes de 0.1%, 0.3%, 0.6%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5%, 0.6% y 0.8% de DUEO y PUEO, y porcentajes de 10% y 15% de humo de sílice (HS) en peso del cemento. Los resultados con respecto a la combinación de 0.6% de DUEO con 10% consiguieron en la resistencia a la compresión un incremento de 13,6 % y a tracción un 33,8 %, por otro lado, con la combinación de 0.8% de PUEO con 10% de HS aumento en 36,9 % y tracción en 17,6%. Concluyendo que la incorporación de ambos materiales aumento significativamente la resistencia a la compresión.

Shar et al. [3] investigaron el efecto del aceite de motor usado (UEO) sobre las propiedades mecánicas del concreto mezclado con ceniza de paja de trigo (CPT). Tuvieron como objetivo examinar el impacto acumulativo de ambos materiales de desecho en el concreto. Por ello, el cemento se reemplazó por 5%, 10%, 15% de CPT y se incorporó 0.25%, 0.50% y 0.75% de UEO en peso del cemento. Los resultados identificaron que el óptimo porcentaje fue el 10% de CPT y 0.25% de UEO consiguiendo en la resistencia a la compresión y tracción un incremento de 19.40% y 16.67%. Concluyendo que la combinación de ambos materiales tiene un efecto favorable en la resistencia del concreto.

Shafiq et al [16] en su investigación “Effects of used engine oil on slump, compressive strength and oxygen permeability of normal and blended cement concrete” con objetivo de averiguar los efectos de la adición de 0.15% de UEO en mezclas de concreto fresco y endurecido con 100% cemento (CP) y con reemplazo de 40% de cenizas volantes (FA) así como de 20% cenizas de cáscara de arroz (RHA); realizaron 3 mezclas (100% CP, 60% CP+40%FA, 80% CP + 20% RHA) con adición de UEO y 3 mezclas sin la incorporación del aceite. Sus resultados muestran que la presencia de SO_3 en el UEO hace que se comporte de manera similar a un aditivo reductor de agua comercial. La resistencia a la compresión presenta variaciones de $\pm 20\%$.

Bardales [17] investigo la incorporación de aceite usado de automotriz en las propiedades del concreto. Tuvo como objetivo evaluar el comportamiento del concreto con Aceite Residual Automotriz (UEO). Por ello, se empleó porcentajes de adición de UEO en 0,15%, 0,35%, 0,55% y 0,75% respecto al peso del cemento. Los resultados identificaron como el porcentaje óptimo de adición es 0.55% de UEO, consiguiendo un incremento del 11% respecto a la resistencia a compresión. Concluyendo que la incorporación de aceite usado (UEO) es fiable a diferencia de un aditivo tradicional.

Yaphary et al. [18] investigaron la reducción del contenido de cemento en concreto de resistencia normal con aceite de motor usado (UEO) como aditivo químico. Tuvo como objetivo investigar los efectos de mezclar UEO y reducir la pasta de cemento del concreto. Por ello, elaboraron 4 tipos de mezclas que presentaron porcentajes de 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% y 2.5% de UEO por el peso del cemento. Los resultados indican que el UEO cumple con la mayoría de parámetros para ser considerado con aditivo reductor de agua tipo A, excepto los indicadores de resistencia de acuerdo a la ASTM C494, además se puede reducir un 9.4% de contenido de cemento logrando producir concretos económicos y ecológicos.

Chen et al [19] investigaron el reciclaje de aceite de motor (UEO) usado en mezclas de concreto: una solución ecológica y viable. Tuvo como objetivo plantear un método de uso de aceite de motor usado en grandes cantidades en mezclas de concreto. Por ello, se utilizaron dosificaciones de 0.5 a 6% en peso de materiales cementantes debido a la mala dispersión del UEO. Los resultados evidenciaron que el óptimo porcentaje fue con el 2% de UEO mejorando favorablemente la compresión en 4,4 %, además, las imágenes SEM de la microestructura del concreto para entender las alteraciones de la muestra con contenido óptimo de UEO demostraron mayor densificación, menos microgrietas y poros lo que ayudó a mejorar su resistencia.

En ese sentido, con lo expuesto previamente la presente investigación tiene como formulación del problema: ¿Cuáles son los efectos de la adición de aceite de motor usado sobre las propiedades físicas, mecánicas y microestructurales del concreto?

Para conseguir responder la pregunta planteada se establece la siguiente hipótesis: H1: La adición de 0.15% de aceite de motor usado mejora las propiedades físicas, mecánicas y microestructurales del concreto.; H0: La adición de 0.15% aceite de motor usado no mejora las propiedades físicas, mecánicas y microestructurales del concreto.

Esta investigación tuvo como objetivo general evaluar los efectos de la adición de aceite de motor usado sobre las propiedades físicas, mecánicas y microestructurales del concreto y como objetivos específicos; OE1) Efectuar un estudio de canteras para determinar las mejores propiedades físicas de los agregados para la fabricación de concreto; OE2) Determinar la composición química del aceite de motor usado (UEO); OE3) Comparar las propiedades físicas en estado fresco del concreto 210 kg/cm² con adiciones de 0.10%, 0.15%, 0.30% y 0.50% de aceite de motor usado (UEO) por el peso de cemento; OE4) Comparar las propiedades mecánicas en estado endurecido del concreto 210 kg/cm² con adiciones de 0.10%, 0.15%, 0.30% y 0.50% de aceite de motor usado (UEO) ; OE4) Evaluar los efectos en la microestructura del concreto 210 kg/cm² con el porcentaje óptimo de adiciones de aceite de motor usado (UEO).

II. MATERIALES Y MÉTODO

Concreto convencional

El concreto es obtenido mediante la combinación precisa de cemento, agregados y agua en proporciones específicas, generando que la mezcla de cemento y agua de lugar a una pasta que envuelve a los agregados, formando así un material con composición heterogénea [20].

Agregados

Los agregados es aquel material granular de origen natural que por su forma los hay angulares y de cantos rodados, los angulares tienen bordes bien definidos mientras que el segundo presenta bordes redondeados [21]. Dichos materiales son originados por la desintegración que tienen las rocas, por otro lado, de acuerdo a la norma NTP 400.037 los rangos deben encontrarse dentro de lo estipulado por norma [22].

Cemento

Es originado mediante la acción de moler el Clinker que contiene un alto porcentaje de silicatos de calcio, sulfatos, piedra caliza y otros complementos del procesamiento [23].

Agua

El empleo del agua en la fabricación de concreto es muy elemental, de manera que se debe verificar su calidad debido a que de no ser así es desfavorable en la resistencia del concreto, asimismo el pH de este elemento debe ser superior a 6 [24].

Aceite de motor

Es un lubricante que ya ha sido utilizado identificado como aceite quemado que tiene característica viscosa que es de color negro, dicho elemento se genera al transcurrir un determinado kilometraje [25].

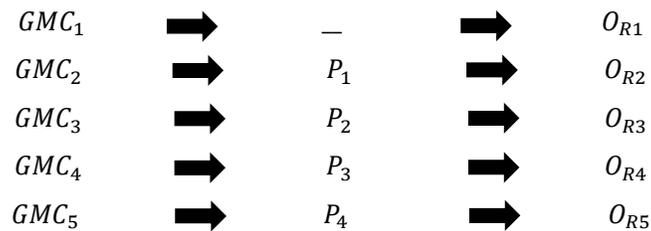
Tipo de investigación

Fue desarrollada tomando en referencia un tipo aplicada, el cual posee una perspectiva de enfoque cuantitativo ya que se concentra en examinar los fenómenos mediante la recolección y evaluación de información numérica relacionada con variables que han sido previamente establecidas, además, se enfoca en analizar las interconexiones entre estas variables y en identificar patrones y relaciones que puedan surgir entre ellas [26].

Diseño de la investigación

El tipo de investigación fue experimental ya que se realizaron muestras de concreto con distintos porcentajes de adición de aceite de motor usado para ser evaluadas en laboratorio, asimismo, los resultados fueron datos numéricos que permite la recolección y el análisis de datos con el fin de abordar preguntas o probar hipótesis [27].

El diseño experimental se detalla seguidamente.



Donde:

GMC_{1-5} : Grupo muestra control

—: Sin adición de fibra de acero (FA)

P_{1-4} : Con adición de 0%, 0.1%, 0.15%, 0.30% y 0.50% de aceite de motor (UEO)

O_{1-5} : Observación de resultados

Variables, Operacionalización

Variable Independiente

V.I: Aceite de motor usado

Variable Dependiente

V.D: Propiedades físicas, mecánicas y microestructurales del concreto

Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

Población

La población hace referencia al conjunto completo de elementos que presentan características específicas que se pretenden investigar. Por lo general, esta población es amplia y el investigador no puede acceder a todos sus miembros [28].

En la investigación materia de estudio, la población está conformada de la siguiente manera: Una población 200 probetas para ensayar a los 7 días, 14 días y 28 días.

Muestra

La muestra se refiere a un conjunto más pequeño y específico de elementos, seleccionados según diversos criterios de inclusión y exclusión [28] . En este estudio como muestra proponemos 200 probetas en total para ensayar con adiciones de 0%, 0.1%, 0.15%, 0.3%, 0.5% de aceite quemado (UEO).

Muestreo

Se tomo en consideración el muestreo no probabilístico por conveniencia, en ese sentido, el número de muestras fueron establecido en base a investigaciones previas acerca de la adición de aceite de motor en el concreto.

Criterios de selección

Fueron verificados considerando los valores conseguidos de los ensayos de resistencia efectuados en cada muestra experimental con el objetivo de identificar que consigan cumplir con los requerimientos de dimensiones y el diseño de mezcla planteado.

Tabla I

Cantidad de muestras evaluadas por cada propiedad del concreto patrón.

Propiedades	Ensayos	Curado (días)	Muestra	Subtotal	Total
		7	3		
Mecánicas	Tracción	14	3	10	40
		28	4		

		7	3	
	Compresión	14	3	10
		28	4	
		7	3	
	Flexión	14	3	10
		28	4	
		7	3	
	Módulo de elasticidad	14	3	10
		28	4	

Tabla II

Cantidad de muestras evaluadas por cada propiedad del concreto con porcentajes de adición de UEO.

Propiedades	Ensayos	Curado (días)	Muestra	Subtotal	Total
		7	3		
	Tracción	14	3	10	
		28	4		
		7	3		
	Compresión	14	3	10	
		28	4		
0.1		7	3		
	Flexión	14	3	10	
		28	4		
		7	3		160
	Módulo de elasticidad	14	3	10	
		28	4		
		7	3		
	Tracción	14	3	10	
		28	4		
0.15		7	3		
	Compresión	14	3	10	
		28	4		
	Flexión	7	3	10	

		14	3	
		28	4	
	Módulo de elasticidad	7	3	
		14	3	10
		28	4	
	Tracción	7	3	
		14	3	10
		28	4	
	Compresión	7	3	
		14	3	10
		28	4	
0.3	Flexión	7	3	
		14	3	10
		28	4	
	Módulo de elasticidad	7	3	
		14	3	10
		28	4	
	Tracción	7	3	
		14	3	10
		28	4	
	Compresión	7	3	
		14	3	10
		28	4	
0.5	Flexión	7	3	
		14	3	10
		28	4	
	Módulo de elasticidad	7	3	
		14	3	10
		28	4	

Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas de recolección de datos

Se tomo en consideración la observación directa es un método la cual permite la connotar la información necesaria de un objeto de investigación, se puede realizar de manera directa utilizando los sentidos e indirecta utilizando algún instrumento la cual permita que los sentidos amplíen su determinación [29].

Instrumentos de recolección de datos

Se consideraron las fichas de observación de campo puesto que permiten organizar de manera, estructurada los datos más relevantes obtenidos durante una investigación, a través de la observación directa. Estas fichas actúan como un método de registro que facilita el seguimiento de información clave. Además, actúan como un recurso valioso en el proceso de adquisición de conocimientos y comprensión de la investigación en curso [30].

Astete et al. [31] señala que la ficha de campo se limita a registrar los acontecimientos presenciados durante las observaciones en un entorno determinado, su enfoque está en la narración de los sucesos, abordando las preguntas de quién, qué, cuándo y dónde, más que en la emisión de juicios, evaluaciones o reflexiones por parte del investigador. En este tipo de ficha, se anotan detalladamente las observaciones llevadas a cabo en el contexto de una investigación.

Validez y confiabilidad

Nuestra investigación efectuó la validez de nuestros resultados mediante el criterio de 5 jurados expertos en nuestro tema, asimismo, la confiabilidad se estableció mediante el programa de estadística SPSS arrojando como resultado un Alfa de Cronbach de ,893 dicho valor se ubica en un rango alto de confiabilidad.

Procedimiento de análisis de datos

Diagrama de flujo

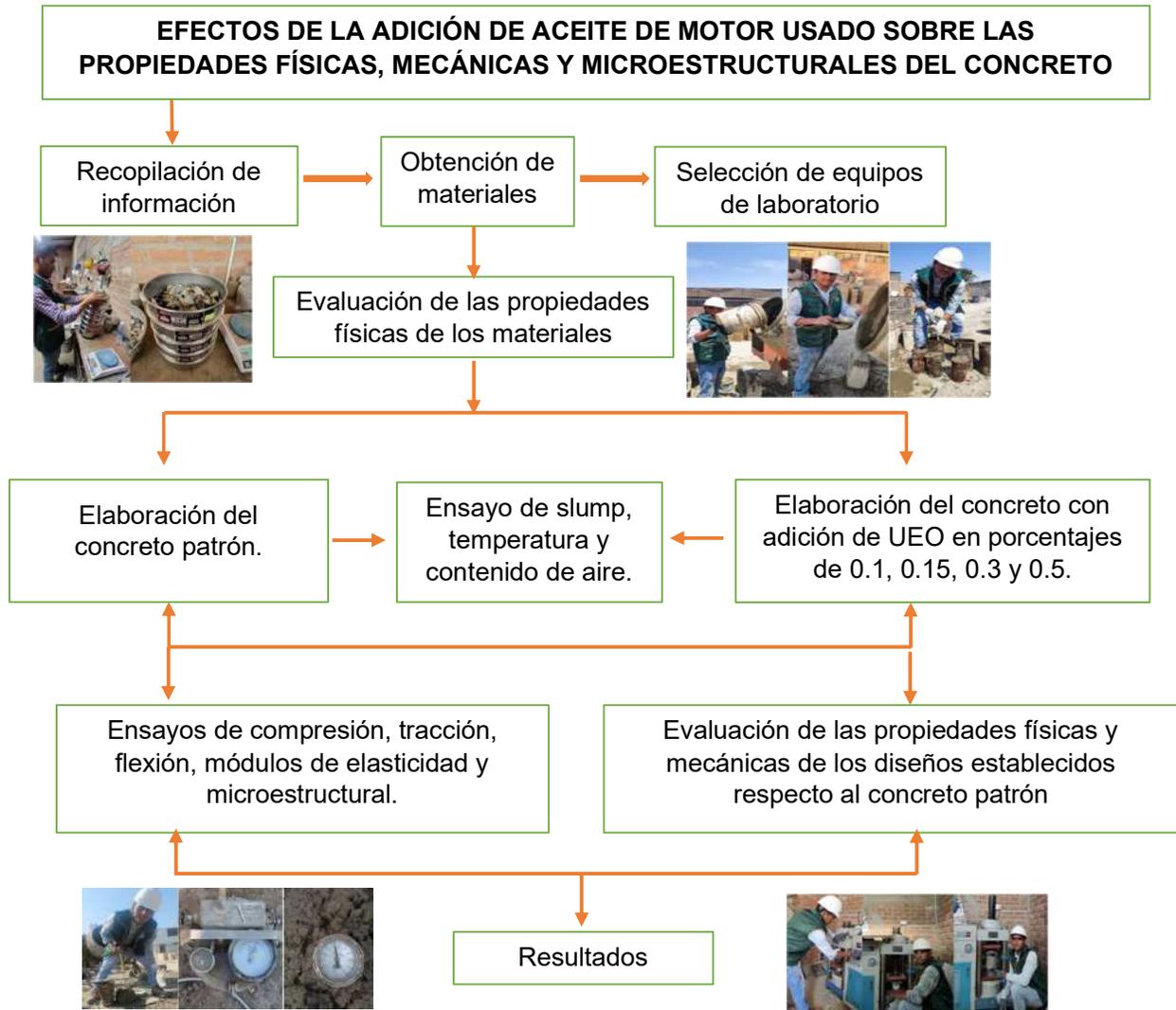


Fig. 1. Diagrama de flujo.

Criterios éticos

En el proceso de desarrollo de nuestra investigación fue doblegado a estrictos lineamientos éticos que contiene una serie de filtros que corroboren la autenticidad de la investigación efectuada, por ello, se realizó tomando como modelo lo estipulado en el Código de Ética de nuestra universidad (USS), dicho código se detalla en el escrito N°053-2023/PD. En ese sentido, los art. 5 y 6 especifican que el investigador debe actuar con ética, responsabilidad y respeto en referencia al acopio de información sin manipulación de los valores conseguidos en los resultados.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

OE1: Efectuar un estudio de canteras para determinar las mejores propiedades físicas de los agregados para la fabricación de concreto.

A continuación, se muestra el estudio de cantera y se detalla los ensayos efectuados de los agregados a emplear en el desarrollo de la investigación, asimismo, se verifico que cumplan con los requerimientos estipulados por las normas vigentes.

Estudio de Canteras

Tabla III

Comparación de las características del agregado fino de cada cantera

Ensayos	Canteras			Unidad
	La Victoria	Pacherrez	Tres Tomas	
Módulo de Fineza (M.F)	2.97	3.19	3.07	-
P. Unitario suelto	1593.67	1663.47	1605.28	kg/m ³
P. Unitario compactado	1783.45	1727.8	1737.32	
Contenido de Humedad	0.79	0.94	0.87	%
P. Especifico de masa	2.526	2.439	2.469	gr/cm ³
Porcentaje de absorción	1.365	0.784	0.586	%

De acuerdo al análisis efectuado para determinar las mejores características del agregado fino, los resultados se muestran en la Tabla III, donde se evidenció que la cantera “La Victoria” fue el material granular idóneo obteniendo un M.F de 2.97 cumpliendo con los requerimientos mínimos planteados por la norma ASTM C33 y NTP 400.012, en ese sentido, el material de esta cantera fue considerado en el diseño de mezcla.

Tabla IV

Comparación de las características del agregado grueso de cada cantera

Ensayos	Canteras			Unidad
	La Victoria	Pacherrez	Tres Tomas	
Tamaño máximo nominal (T.M.N)	3/4"	3/4"	3/4"	Pulg
P. Unitario suelto	1433.36	1403.46	1470.19	kg/m ³
P. Unitario compactado	1567.76	1589.45	1563.09	
Contenido de Humedad	0.87	0.42	0.73	%
P. Especifico de masa	2.591	2.685	2.596	gr/cm ³
Porcentaje de absorción	0.772	0.891	0.717	%

Para el análisis del agregado grueso con mejores características, los resultados se muestran en la Tabla IV, donde se evidenció que la cantera "Pacherrez" fue el material granular apropiado consiguiendo un T.M.N de 3/4", asimismo estuvo dentro de los límites mínimos planteados por la norma ASTM C136 y NTP 400.012, por ello, esta cantera fue considerada.

Diseño de mezcla**Tabla V**Detalle de dosificación de concretos de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Tipo de mezcla	Cemento (kg/m ³)	Arena (kg/m ³)	Grava (kg/m ³)	Agua (kg/m ³)	a/c (%)	UEO (%)
CP	372.8	852.4	897.5	266.5	0.71	0.00
CA 0.10%	372.8	852.4	897.5	266.5	0.71	0.10
CA 0.15%	372.8	852.4	897.5	266.5	0.71	0.15
CA 0.30%	372.8	852.4	897.5	266.5	0.71	0.30
CA 0.40%	372.8	852.4	897.5	266.5	0.71	0.40

OE2: Determinar la composición química del aceite de motor usado (UEO)

Se recogió aceite de motor usado en un taller de cambio de aceite de vehículos en la ciudad de Chiclayo, Lambayeque. Se empleó un espectrómetro de rayos X de dispersión de longitud de onda (WDXRF) de la marca Bruker, modelo S8 TIGER. Para el análisis, se utilizó un ánodo de rodio (Rh), una corriente continua de 170 mA y un voltaje de aceleración de 60 Kv. Se emplearon colimadores con ángulos de apertura de 0.23° y 0.46. Adicionalmente, se emplearon dos variedades de dispositivos de detección: un contador de centelleo y un detector proporcional de flujo. El análisis y la determinación de la composición química se llevaron a cabo mediante el software QUANTEXPRESS, que realiza un ajuste del tipo "standardless". El modelo de evaluación fue por óxidos. Al ser una muestra líquida se utilizó un ambiente de He para la medición. Los hallazgos están presentados en la Tabla VI.

Tabla VI

Composición química del aceite de motor usado (UEO)

Composición Química	Aceite de motor usado (%)
Azufre (S)	32.226
Zinc (Zn)	31.429
Calcio (Ca)	22.319
Fósforo (P)	7.584
Molibdeno (Mo)	2.949
Hierro (Fe)	1.765
Silicio (Si)	0.698
Cloro (Cl)	0.625
Cobre (Cu)	0.404

A partir de la Tabla VI se presentan al Azufre (S) con 32.226%, Zinc (Zn) con 31.429% y Calcio (Ca) con 22.319% como elementos dominantes que conforman gran porcentaje del aceite de motor usado, representando en total el 85.974%. Por otra parte, los elementos Fe, Si y Cl se encuentran por debajo de las 1000 PPM.

OE3: Comparar las propiedades físicas en estado fresco del concreto 210 kg/cm² con adiciones de 0.10%, 0.15%, 0.30% y 0.50% de aceite de motor usado (UEO) por el peso de cemento.

Asentamiento

El concreto fresco del concreto patrón y con adición de UEO se evaluó el asentamiento de la mezcla para identificar su efecto a medida que se adiciona los distintos porcentajes, por ello, los resultados conseguidos se detallan en la Fig. 2.

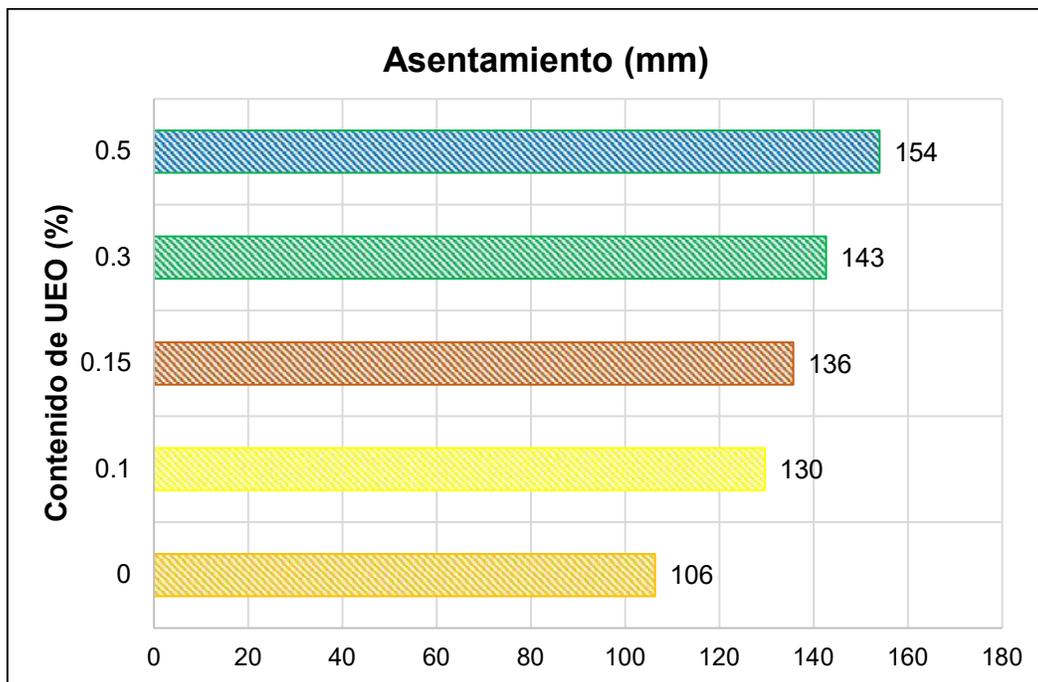


Fig. 2. Variación del asentamiento para diferentes dosificaciones de UEO

En la Fig. 2., se evidencia que el asentamiento para la muestra de control fue de 106 mm que corresponde al diseño inicial, mientras que para la adición de 0.1%, 0.15% los asentamientos fueron de 130 mm y 136 mm y para los porcentajes de 0.3% y 0.5% se midió 143 mm y 154 mm. La mejora del asentamiento por cada adición en porcentaje estuvo entre 2 y 28.95% con respecto a la mezcla de control.

Temperatura

Se evaluó la temperatura de la mezcla para identificar su efecto a medida que se adiciona los distintos porcentajes de UEO, por ello, los resultados conseguidos se muestran ordenadamente en la Fig. 3.

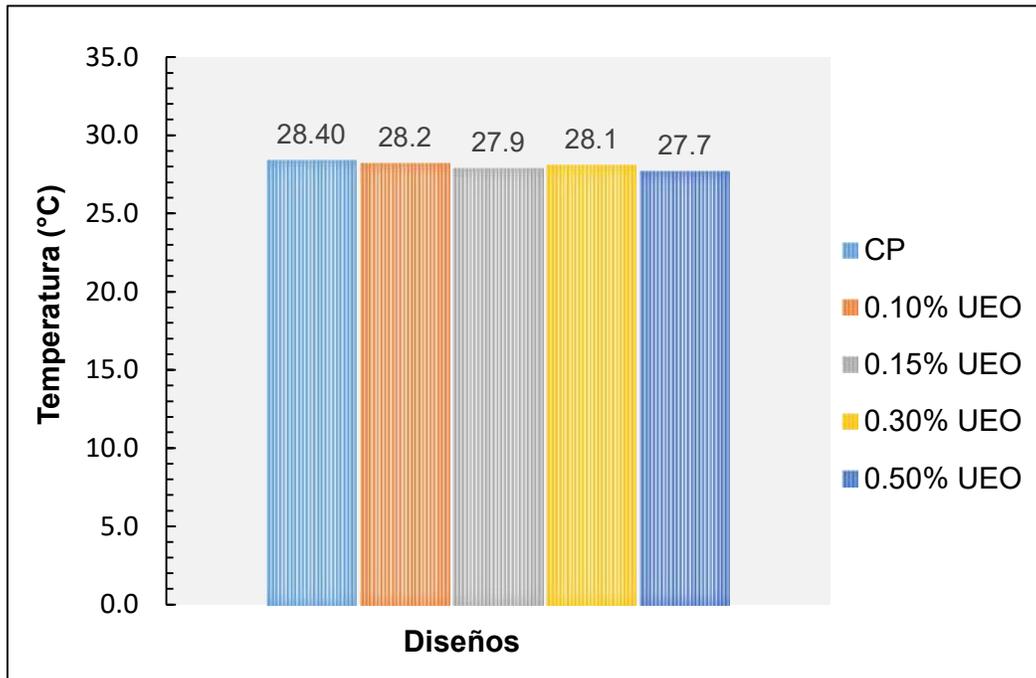


Fig. 3. Variación de la temperatura para diferentes dosificaciones de UEO

En la Fig. 3, los resultados conseguidos de la temperatura del concreto con adición de 0.10%, 0.15%, 0.30% y 0.50% UEO se obtuvo una temperatura de 28.4°C, 28.2°C, 27.9°C, 28.1°C y 27.7°C respectivamente, de manera que, se identificó que la temperatura fue disminuyendo a medida que integraba mayor porcentaje de UEO, sin embargo, dichos valores conseguidos cumplieron con lo señalado la NTP 339.184 que menciona que no debe sobrepasar los 32 °C.

Peso unitario

Se efectuó el ensayo del peso unitario de la mezcla para identificar las variaciones de su peso a medida que se adiciona los distintos porcentajes de UEO, por ello, los resultados conseguidos se muestran ordenadamente en la Fig. 4.

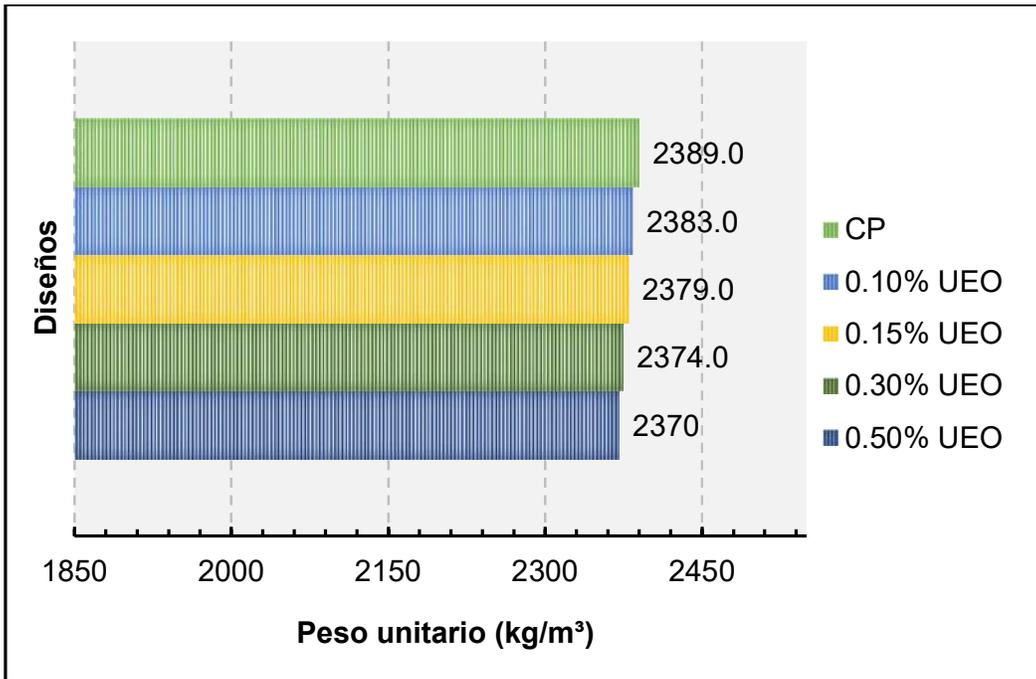


Fig. 4. Variación del peso unitario para diferentes dosificaciones de UEO

En la Fig. 4, en la evaluación de los resultados se evidenció que el peso unitario presento una ligera variación, asimismo, muestra que a medida que se fue adicionando UEO el peso fue disminuyendo, por otro lado, se identificó que el porcentaje de 0.15% de UEO obtuvo 2383 kg/m³ siendo el que más se asemejo en 0.25% respecto a la muestra patrón que obtuvo 2389 kg/m³.

Contenido de aire

Contenido de aire del CP 210 con porcentajes de adición de 1.5%, 2%, 2.5%, 3% de FA

Este ensayo es una propiedad física del concreto evaluada en estado fresco, el contenido de aire se obtuvo por el método de presión de acuerdo a la norma ASTM C231. Por ello, se presenta en la Fig. 5 el efecto del UEO sobre el contenido de aire de la mezcla recién elaborada.

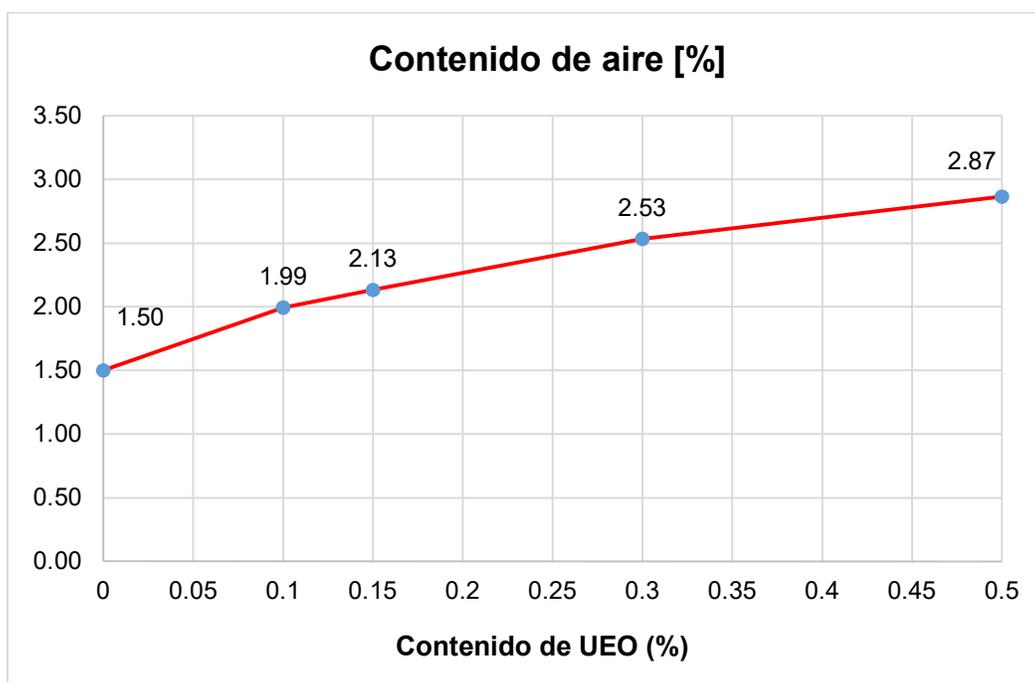


Fig. 5. Contenido de aire del CP 210 kg/cm² y con adición de FA

En la Fig. 5, el contenido de aire promedio de la mezcla de control fue de 1.5% mientras que para la adición de 0.1, 0.15, 0.3 y 0.5% resultaron con 2, 2.1, 2.5, y 2.9% de contenido de aire. Se encontró un aumento del contenido de aire conforme aumenta el UEO notándose ganancias entre el 25 y 48%.

OE4: Comparar las propiedades mecánicas en estado endurecido del concreto 210 kg/cm² con adiciones de 0.10%, 0.15%, 0.30% y 0.50% de aceite de motor usado (UEO).

Resistencia a la compresión

El concreto en estado endurecido fue ensayado de acuerdo a los 7, 14 y 28 días de curado, en ese sentido, en la Fig. 6. se muestra el resultado de su resistencia máxima a la compresión de cada muestra de concreto con adiciones de UEO.

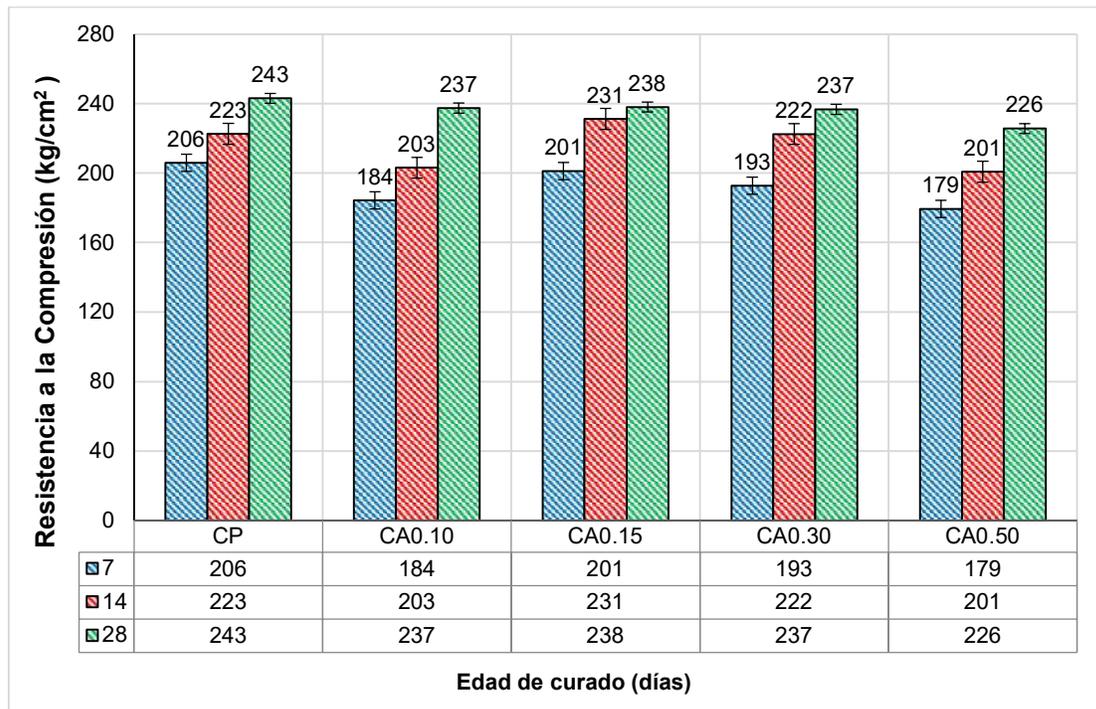


Fig. 6. Variación de la resistencia a la compresión con UEO

En la Fig.6., se evidencia que la resistencia se mantiene a la edad de 28 días de todos los porcentajes de adición de UEO donde se evidencia que porcentajes menores a 0.3 se asemeja más a la resistencia del concreto patrón. El concreto con adición de 0.15% tuvo un mejor comportamiento a compresión en comparación de las demás adiciones y solo presentó una disminución del 2.06% en comparación con el concreto patrón. La disminución máxima de la resistencia se aprecia en el porcentaje de 0.5% siendo el 7%. Todas las mezclas pasaron el valor de la resistencia de diseño.

Resistencia a la tracción

El concreto en estado endurecido fue ensayado de acuerdo a los 7, 14 y 28 días de curado, en ese sentido, en la Fig. 7. se muestra el resultado de su resistencia máxima a la tracción de cada muestra de concreto con adiciones de UEO.

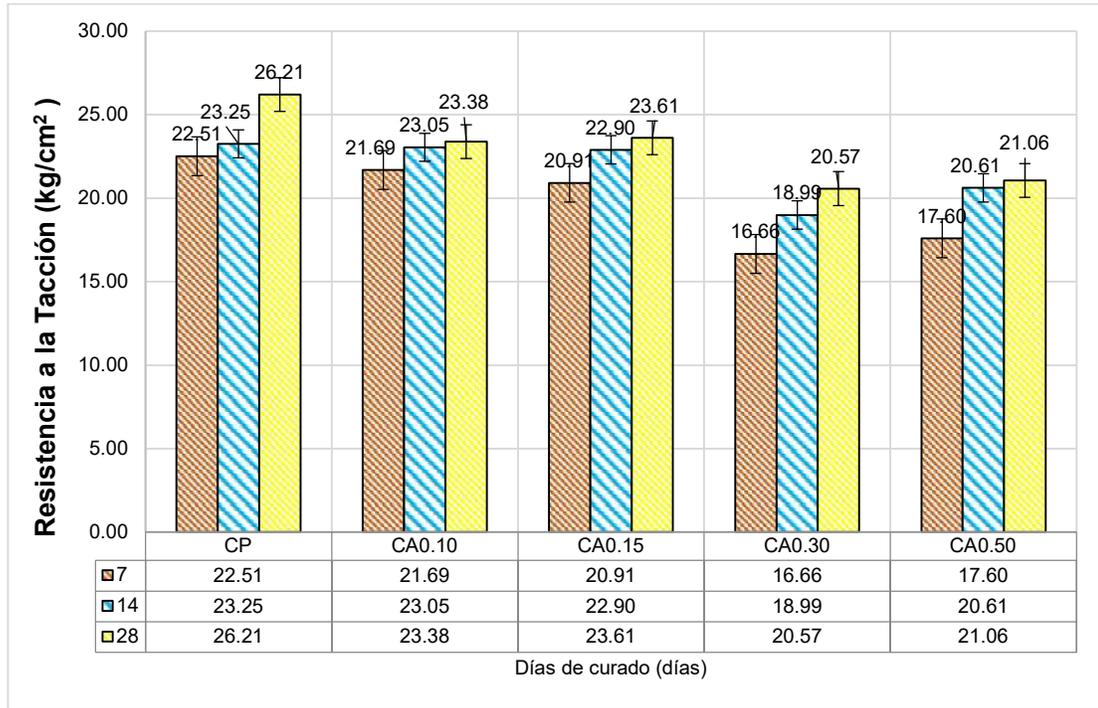


Fig. 7. Variación de la resistencia a la tracción con UEO

En la Fig. 7., se muestran los resultados a los 28 días de curado de cada muestra se evidencian que para las adiciones de 0.3 y 0.5% se notó una tendencia mayor a disminuir la resistencia a la tracción representando un 21.52% y 19.65%. El valor promedio de la resistencia a la tracción del concreto patrón fue 26.21 kg/cm² mientras que para las adiciones de 0.1 y 0.15% fueron de 23.38 y 23.61 kg/cm² que significa una reducción del 10.80% y 9.92% respectivamente.

Resistencia a la flexión

El concreto en estado endurecido fue ensayado de acuerdo a los 7, 14 y 28 días de curado, en ese sentido, en la Fig. 8. se muestra el resultado de su resistencia máxima a la flexión de cada muestra de concreto con adiciones de UEO.

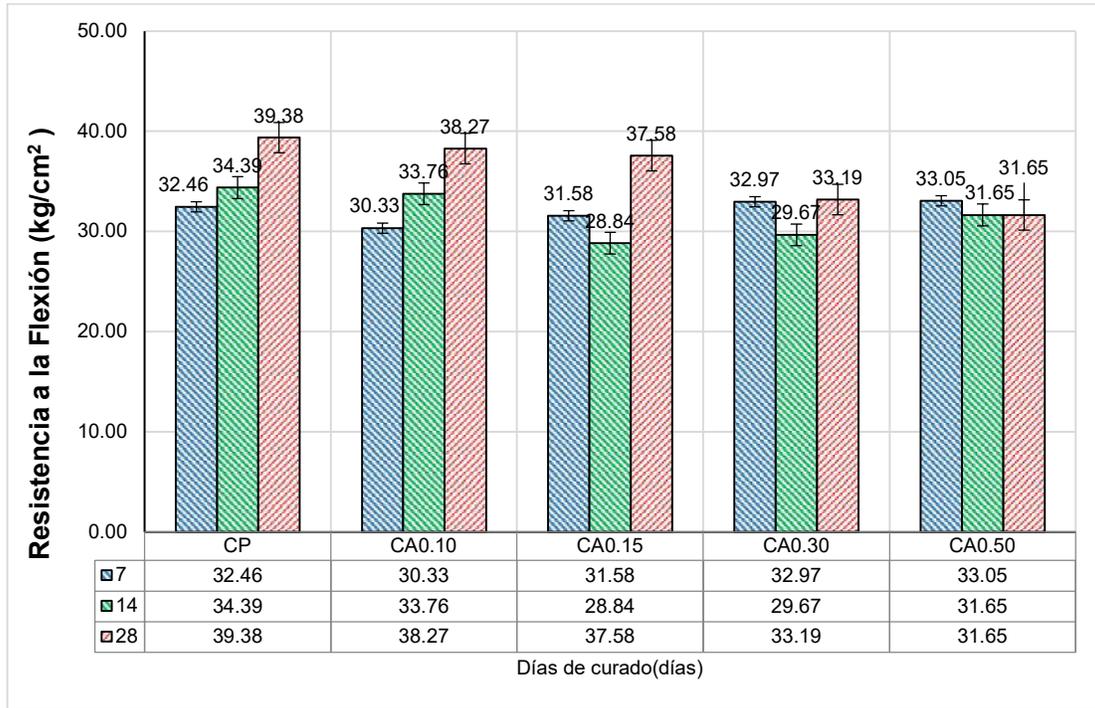


Fig. 8. Variación de la resistencia a la flexión con UEO

En la Fig. 8., se muestra los valores de los módulos de ruptura promedio obtenidos de los ensayos de acuerdo a la norma ASTM C 78 a las edades de ensayo de 7, 14 y 28 días de curado. Se evidencia una disminución de la resistencia conforme se va aumentando el porcentaje de adición de UEO. El mayor porcentaje de reducción se dio para la mezcla CA0.50 donde disminuyó el 19.63% con respecto a la mezcla patrón. Los módulos de ruptura de las mezclas CA0.10 y CA.0.15 se mantienen parecidos al del concreto patrón, teniendo diferencias de 2.82% y 5.36 % en su valor.

Módulo de elasticidad

En la Fig. 9. se muestra los resultados del módulo de elasticidad de cada muestra de concreto con adiciones de UEO evaluada a los 7, 14 y 28 días de curado.

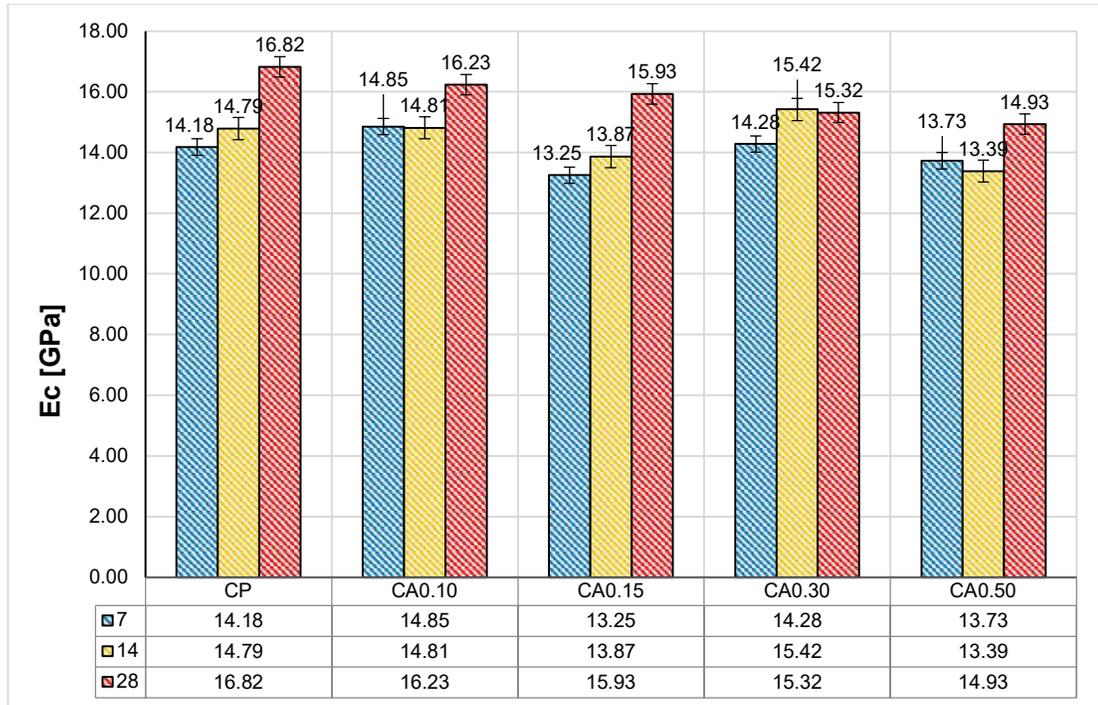


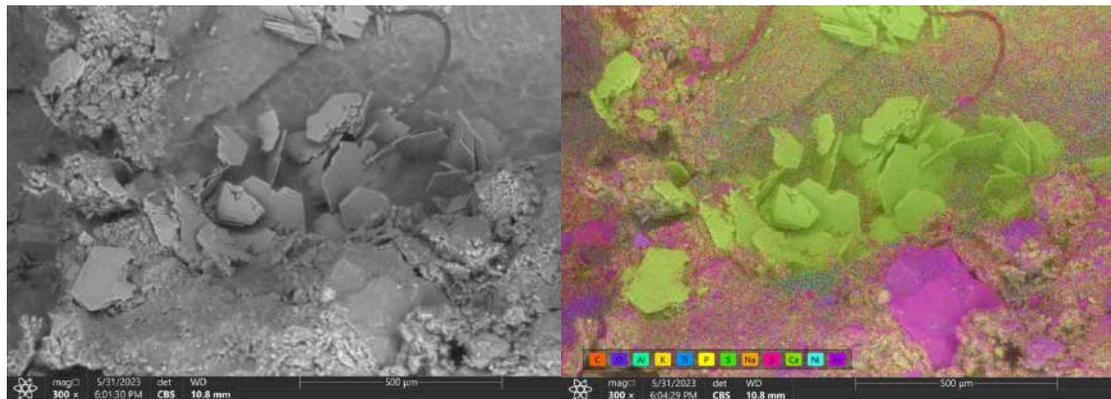
Fig. 9. Variación del módulo de elasticidad (E_c) con UEO

En la Fig. 9., se muestra que el E_c no disminuye drásticamente a la edad de 28 días, se evidencia una disminución en base se va aumentando el porcentaje de adición de UEO, se identificó que el mayor porcentaje de reducción fue con el CA0.50 donde disminuyó el 11.24% con respecto a la mezcla patrón. Con respecto a las muestras con CA0.10 y CA.0.15 se mantienen parecidos al del concreto patrón, teniendo diferencias de 3.51% y 5.29%.

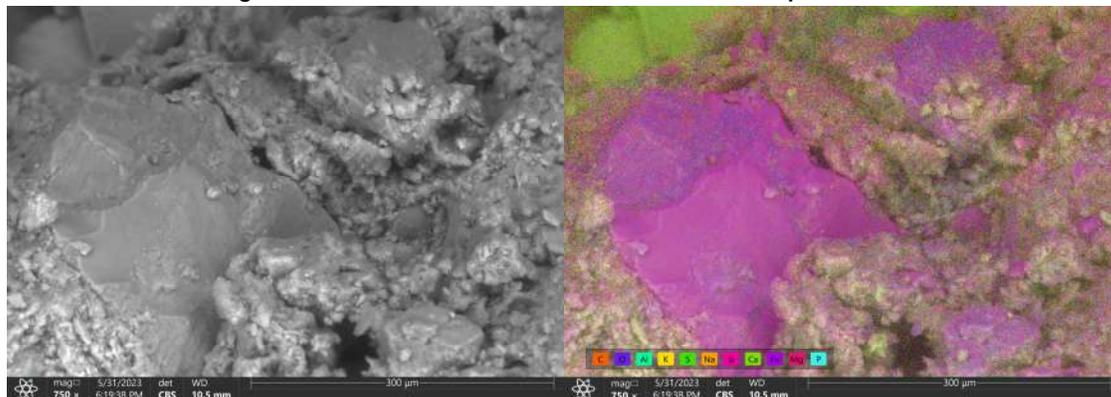
OE5: Evaluar los efectos en la microestructura del concreto 210 kg/cm² con el porcentaje optimo de adiciones de aceite de motor usado (UEO).

Microscopía Electrónica de Barrido (SEM)

En este apartado se muestra visualmente las imágenes SEM ejecutados a las muestras del CP 210 kg/cm² y con el porcentaje optimo de 0.15% de aceite de motor usado (UEO), puesto que demostró un desempeño superior, lo que llevó a su selección para la evaluación microestructural. Para enfatizar las variaciones de composición en las muestras, se eligieron imágenes obtenidas del detector de electrones retrodispersados (SSD). Los electrones detectados por SSD se originan en regiones más profundas de la muestra en comparación con los electrones secundarios, lo que da como resultado una intensidad de señal (brillo de la imagen) que está fuertemente influenciada por la densidad local y la composición química de la muestra.



Micrografía a 300x de una fracción de la muestra con el óptimo 0.15% de UEO



Micrografía a 750x de una fracción de la muestra con el óptimo 0.15% de UEO

Fig. 10. Micrografía a 300x y 500x de la muestra con UEO

Las muestras de CP y con 0.15% de UEO exhiben claras diferencias, principalmente en términos de porosidad visible y la presencia de hojuelas ricas en calcio. En general, las vistas de la muestra CP revelan poros más grandes en comparación con 0.15% de UEO. Sin embargo, es importante señalar que esta observación no se puede generalizar a nivel macroscópico, ya que en ambos casos solo se examinan pequeñas regiones. Por otro lado, mientras que ambas muestras contienen regiones ricas en calcio (probablemente carbonato de calcio), las muestras con 0.15% de UEO muestran escamas bien definidas con una apariencia más prominente.

Tabla VII
Composición química medida por EDS

Elemento químico	Concreto Patrón				CP con adición de 0.15% de UEO					
	125x		750x		125x		300x		750x	
	at%	aw%	at%	aw%	at%	aw%	at%	aw%	at%	aw%
C	14.8	9.4	14.9	9.4	17.0	11.2	15.5	10.2	16.1	10.6
Na	0.6	0.7	0.6	0.7	0.6	0.8	0.3	0.4	0.8	1.0
Mg	0.7	1.0	0.8	1.0	0.4	0.6	-	-	0.4	0.5
P	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2
S	0.1	0.2	0.0	0.1	0.4	0.7	0.5	0.9	0.3	0.6
K	0.3	0.6	0.2	0.5	0.3	0.7	0.2	0.4	0.2	0.4
Ti	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	-	-
Fe	0.4	1.2	0.4	1.0	0.3	1.0	0.3	0.8	0.3	1.0
O	66.4	56.3	66.5	56.0	65.6	57.6	69.3	60.9	66.0	58.0
Al	2.0	2.8	1.7	2.4	2.4	3.6	1.8	2.7	2.5	3.7
Si	5.3	7.8	4.0	5.9	6.8	10.4	4.6	7.1	8.1	12.5
Ca	9.2	19.6	10.7	22.6	6.0	13.2	7.4	16.2	5.2	11.4

3.2. Discusión

OE1: Efectuar un estudio de canteras para determinar las mejores propiedades físicas de los agregados para la fabricación de concreto.

Se efectuó un estudio de canteras con el objetivo esencial de determinar las mejores propiedades físicas de los agregados para ser considerados en el diseño de mezcla de concreto de la investigación, con respecto al agregado fino, los resultados se muestran en la Tabla VIII donde se evidenció que la cantera “La Victoria” fue el material granular idóneo obteniendo un M.F de 2.97, en referencia del agregado grueso la cantera “Pacherrez” fue el material granular apropiado consiguiendo un T.M.N de 3/4”, asimismo estuvo dentro de los límites mínimos planteados por la norma ASTM C136, en ese sentido, el material de esta cantera fue considerado en el diseño de mezcla. Por otro lado, en comparación a otras investigaciones, Mondragón [32] consiguió obtener un M.F de 2.95 y T.M.M de 3/4”, de igual manera, Díaz [33] obtuvo un M.F de 2.94 y T.M.M de 3/4”, coincidiendo con Nuntón [34] que obtuvo un M.F de 2.86 y T.M.N de 3/4”, dichos resultados guardan relación con nuestra investigación.

Tabla VIII

Comparación de las características de los agregados de cada cantera

Ensayos	Agregado Fino			Agregado Grueso		
	Canteras			Canteras		
	La Victoria	Pacherrez	Tres Tomas	La Victoria	Pacherrez	Tres Tomas
Módulo de Fineza (M.F)	2.97	3.19	3.07	-	-	-
Tamaño máximo nominal (T.M.N)	-	-	-	3/4"	3/4"	3/4"
P. Unitario suelto (kg/m ³)	1593.67	1663.47	1605.28	1433.36	1403.46	1470.19
P. Unitario compactado (kg/m ³)	1783.45	1727.8	1737.32	1567.76	1589.45	1563.09

Contenido de Humedad (%)	0.79	0.94	0.87	0.87	0.42	0.73
P. Especifico de masa (gr/cm³)	2.526	2.439	2.469	2.591	2.685	2.596
Porcentaje de absorción (%)	1.365	0.784	0.586	0.772	0.891	0.717

OE2: Determinar la composición química del aceite de motor usado (UEO)

Por otra parte, en la composición química del UEO se obtuvo un alto porcentaje de Azufre (S) con 32% lo que coincide con la investigación de Beddu et al. [35]. Según Shafiq et al., [36] , este elemento es usado en aditivos plastificantes comerciales que mejoran la trabajabilidad de la mezcla. Sin embargo, Sinkhonde et al. [37] menciona que la presencia del Azufre (S) en el concreto es dañina para el concreto reduciendo su resistencia a la compresión y tracción dividida hasta en un 50% contribuyendo su desconchamiento prematuro.

Tabla IX

Composición química del aceite de motor usado (UEO)

Composición Química	Aceite de motor usado (%)
Azufre (S)	32.226
Zinc (Zn)	31.429
Calcio (Ca)	22.319
Fósforo (P)	7.584
Molibdeno (Mo)	2.949
Hierro (Fe)	1.765
Silicio (Si)	0.698
Cloro (Cl)	0.625
Cobre (Cu)	0.404

OE3: Comparar las propiedades físicas en estado fresco del concreto 210 kg/cm² con adiciones de 0.10%, 0.15%, 0.30% y 0.50% de aceite de motor usado (UEO) por el peso de cemento.

Se efectuó la comparación de las propiedades físicas en estado fresco del concreto CP 210 kg/cm² con adición de aceite de motor usado (UEO) por el peso de cemento, por ello, se realizó la evaluación del asentamiento, temperatura, contenido de aire y peso unitario de cada diseño de mezcla con porcentajes de 0.10%, 0.15%, 0.30% y 0.50% UEO. En la Tabla X se evidencia los resultados conseguidos y comparados con los de otros autores con respecto a los ensayos físicos del concreto fresco con UEO.

Tabla X

Comparación de los resultados de los ensayos físicos del concreto fresco con UEO

Autores	Porcentajes	Ensayos mecánicos			
		Temperatura	Asentamiento	Contenido de aire	Peso unitario
Investigación Propia	0%, 0.10%, 0.15%, 0.30% y 0.50% UEO	28.4°C, 28.2°C, 27.9°C, 28.1°C y 27.7°C	108, 130, 133, 143 y 152 mm	1.5%, 2.0%, 2.1% 2.5% y 2.9%	2389, 2383, 2379 y 2374 y 2370 kg/m ³
	Porcentaje superior	0.71% (0.10% UEO)	28.95% (0.50% UEO)	48.28% (0.50% UEO)	0.15% (0.25% UEO)
Balao et al. [15]	0.13%, 0.31%, 0.48%, 0.66% y 0.79% UEO	--	9.43% (0.13% UEO)	1.11% (0.13% UEO)	--
Okashah et al. [5]	0.1% - 0.8% de DUEO	--	76mm (0.8% DUEO)	--	--
	0.1% - 0.8% de PUEO	--	91mm (0.6% DUEO)	--	--
Shafiq et al. [36]	0.15% de UEO	--	53% (0.15% UEO)	38.71% (0.15% UEO)	--
Hamad et al. [38]	0,075, 0,15 y 0,30% de UEO	--	34.38% (0.30% UEO)	47.73% (0.15% UEO)	--
Assaad [39]	0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.5%, 0.7% y 0.9% de UEO	--	21.86% (0.5% UEO)	--	--
Yaphary et al. [18]	0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% y 2.5% de UEO	--	17.21% (0.5% UEO)	--	--

OE4: Comparar las propiedades mecánicas en estado endurecido del concreto 210 kg/cm² con adiciones de 0.10%, 0.15%, 0.30% y 0.50% de aceite de motor usado (UEO).

Se efectuó la comparación de las propiedades mecánicas en estado endurecido del concreto CP 210 kg/cm² con adición de 0.10%, 0.15%, 0.30% y 0.50% aceite de motor usado (UEO) por el peso de cemento, por ello, cada muestra de concreto fue evaluados en ensayos de resistencia. Con respecto a la resistencia a la compresión evidencio una reducción de 2.47%, 2.06%, 2.47% y 7%, por otro lado, a la tracción se redujo en 10.80%, 9.92%, 21.52% y 19.65%, asimismo, a la flexión se mostró una reducción en 2.82%, 4.57%, 15.72% y 19.63%, mientras que en el módulo de elasticidad evidencio una reducción de 3.51%, 5.29%, 8.92% y 11.24% en comparación al CP 210 kg/cm². En la Tabla XI se evidencia los resultados conseguidos y comparados con los de otros autores con respecto a los ensayos mecánicos del concreto endurecido con UEO.

Tabla XI

Comparación de los resultados de los ensayos mecánicos del concreto con UEO

Autores	Porcentajes	Ensayos mecánicos			
		Compresión	Flexión	Tracción	M. Elástico
Investigación Propia	0.10%, 0.15%, 0.30% y 0.50% UEO	2.06% (0.15% UEO)	2.82% (0.10% UEO)	9.92% (0.15% UEO)	3.51% (0.10% UEO)
Balao et al. [15]	0.13%, 0.31%, 0.48%, 0.66% y 0.79% UEO	8% (0.13% UEO)	3.81% (0.13% UEO)	0.36% (0.13% UEO)	-
Okashah et al. [5]	0.1% - 0.8% de DUEO	13.60% (0.6% DUEO)	-	33.80% (0.6% DUEO)	-
	0.1% - 0.8% de DUEO	36.90% (0.8% DUEO)	-	17.60% (0.8% DUEO)	-
Shar et al. [3]	0.25%, 0.50% y 0.75% de UEO	19.40% (0.25% UEO)	-	16.67% (0.25% UEO)	-

Bardales [17]	0,15%, 0,35%, 0,55% y 0,75% de UEO	11% (0.55% UEO)	-	-	-
Chen et al. [19]	0.5 a 6% de UEO	4.4% (2% UEO)	-	-	-
Hamad et al. [38]	0,075, 0,15 y 0,30% de UEO	18% (0.15% UEO)	24.64% (0.15% UEO)	15.67% (0.15% UEO)	6% (0.30% UEO)

OE5: Evaluar los efectos en la microestructura del concreto 210 kg/cm² con el porcentaje optimo de adiciones de aceite de motor usado (UEO).

Se realizaron análisis SEM y EDS a las muestras CP y CA0.15 a los 28 días de curado. Las diferencias más notorias entre las muestras de “concreto sin aceite” y “concreto con aceite” se dan en la porosidad visible y en la aparición de láminas ricas en calcio. En general las vistas de la muestra CP muestran poros más grandes que en la muestra de 0.15% de UEO, aunque no es posible generalizar esta observación a nivel macroscópico. En comparación a otra investigación, de igual manera, Chen et al., [40] encontraron que la microestructura del concreto con adición de 2% de UEO presenta menos porosidades, grietas y vacíos lo que conlleva a una microestructura más densa. Por otro lado, si bien ambas muestras presentan regiones ricas en calcio (posiblemente carbonato de calcio), en las muestras de CA0.15, éstas toman una apariencia de láminas bien definidas. El espectro del EDS del 0.15% de UEO con una magnificación de 750x muestra el contenido principalmente de O (58%), Si (12.5%), Ca (11.4%), C (10.6%) y Al (3.7%).

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Se concluye que mediante la ejecución del estudio de canteras se determinó que el material de mejores características, para el agregado fino el material fue proveniente de la cantera La Victoria que consiguió obtener un M.F de 2.97, por otro lado, con respecto al agregado grueso la cantera Pacherez obtuvo un T.M.N de $\frac{3}{4}$ ", en ese sentido, las canteras en mención cumplieron con los requerimientos mínimos de la NTP 400.012.

Se concluye con respecto a la composición química de aceite de motor usado que los elementos dominantes son el Azufre (S) con 32.226%, Zinc (Zn) con 31.429% y Calcio (Ca) con 22.319% que conforman gran porcentaje del aceite de motor usado, representando en total el 85.974%. Por otra parte, los elementos Hierro (Fe), Silicio (Si) y Cloro (Cl) se encuentran por debajo de las 1000 PPM.

Se concluye en referencia a las propiedades físicas del concreto, que en los ensayos efectuados acerca del asentamiento, temperatura y contenido de aire de los diseños de concreto con adición de UEO evidenció una variación significativa a medida que se incorporaba mayor dosificación de UEO.

Se concluye en referencia a las propiedades mecánicas del concreto, que en los ensayos de resistencia de las muestras con adición de UEO se evidenció que el porcentaje de mejor desempeño fue el 0.15% de UEO en la resistencia a la compresión y tracción con una diferencia de 2.06% y 9.92%, mientras que a la flexión y el módulo elástico fue con el 0.10% de UEO asemejándose en 2.82% y 3.51% en comparación al CP 210 kg/cm².

Se concluye, que los ensayos microestructurales realizados son importantes para evaluar cómo es el efecto de adición de un elemento como el aceite de motor usado (UEO) en el concreto, de manera que se pueda comprender como actúa en las distintas regiones de la muestra y identificar sus componentes minerales.

4.2. Recomendaciones

Se sugiere efectuar la evaluación de canteras externas consideradas en nuestra investigación, con el fin de identificar materiales granulares con características apropiadas, puesto que dicho material tiene una participación fundamental en el proceso de fabricación de concreto influyendo en su calidad.

Se sugiera combinar aceite de motor usado (UEO) con nuevos materiales reciclables, para conseguir lograr una mayor resistencia en las propiedades mecánicas del concreto, puesto que solo el aceite de motor (UEO) tiene un desfavorable efecto la resistencia del concreto.

Se recomienda en las propiedades físicas del concreto efectuar de manera minuciosa los ensayos de asentamiento, temperatura, contenido de aire y peso unitario de cada diseño de mezcla de concreto para identificar su comportamiento físico del concreto.

Se recomienda dosificaciones de UEO en proporción de hasta 0.15% ya que según los resultados presenta menos disminución de las propiedades mecánicas del concreto, asimismo, se recomienda seguir con mucho rigor los pasos de los procedimientos ASTM para la evaluación de cada una de las propiedades.

Se recomienda para el análisis microestructural escoger muestras representativas en tamaño y forma para su análisis, asimismo, se recomienda también realizar el análisis EDS de muestras en polvo para conocer la composición química general de la muestra.

REFERENCIAS

- [1] I. S. Bulai, H. Adamu, Y. A. Umar y A. Sabo, «Biocatalytic remediation of used motor oil-contaminated soil by fruit garbage enzymes,» *Journal of Environmental Chemical Engineering*, vol. 9, nº 4, 2021.
- [2] H. Hussein, T. Bassam, Y. Fadzil, M. Khairunisa and A.-A. Alyaa, "Effects of nano-palm oil fuel ash and nano-eggshell powder on concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 261, p. 119790, 2020.
- [3] I. A. Shar, F. A. Memon, N. Bheel, O. Benjeddou and M. Alwetaishi, "Effect of used engine oil on the mechanical properties and embodied carbon of concrete blended with wheat straw ash as cementitious material," *Environmental Science & Pollution Research*, vol. 30, no. 30, p. 75879–75893, 2023.
- [4] L. Kanamarlapudi, K. Jonalagadda, D. Jagarapu and A. Eluru, "Different mineral admixtures in concrete: a review," *DSN Applied Sciences*, vol. 2, no. 760, pp. 1-10, 2020.
- [5] A. Okashah, M. Abdulkareem, A. Ali, F. Ayeronfe and M. Majid, "Aplicación de aceites de motor usados e automóviles y humo de sílice para mejorar las propiedades del hormigón para una construcción ecológica," *Environmental and Climate Technologies*, vol. 24, pp. 123-142, 2020.
- [6] N. I. I. M. K. N. M. Z. M. M. A. H. N. Mohd Najib Razali, "Formulation of modified bitumen emulsions from polymer wastes and used motor oil," *Materials Today: Proceedings*, vol. 41, no. 1, pp. 14-18, 2021.
- [7] C. Burbano-Garcia, A. Hurtado, Y. Silva, S. Delvasto and G. Araya-Letelier, "Utilization of waste engine oil for expanded clay aggregate production and assessment of its influence on lightweight concrete properties," *Construction and Building Materials*, vol. 273, p. 121677, 2021.
- [8] A. R. Elgie, S. J. Singh y J. N. Telesford, «You can't manage what you can't measure: The potential for circularity in Grenada's waste management system,» *Resources, Conservation & Recycling*, vol. 164, 2021.
- [9] C. T. Pinheiro, M. J. Quina y L. M. Gando-Ferreira, «Management of waste lubricant oil in Europe: A circular economy approach,» *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, vol. 51, nº 18, pp. 2015-2050, 2021.

- [10] S. A. Quillos, L. C. Calderón, N. J. Escalante y J. Nahui, «Efecto del vertimiento de aceites residuales en la calidad del suelo en los talleres automotrices de la Ciudad de Chimbote,» 2021.
- [11] F. Ocaña y E. Tamay, «Implementación de un sistema de gestión de almacén para reducir costos de almacenaje de conservas de pescado en la empresa Inversiones Quiaza,» *Revista Scientia - Universidad César Vallejo*, vol. 9, nº 1, p. 59, 2018.
- [12] R. Abro, X. Chen, K. Harijan, Z. A. Dhakan y M. Ammar, «A Comparative Study of Recycling of Used Engine Oil Using Extraction by Composite Solvent, Single Solvent, and Acid Treatment Methods,» *ISRN Ingeniería Química*, nº 2013, pp. 1-5, 2013.
- [13] D. Aguilar, DISEÑO DE UN SISTEMA DE REGENERACIÓN DE LOS ACEITES LUBRICANTES MULTIGRADO USADOS EN AUTOMÓVILES LIVIANOS, PARA SU REUTILIZACIÓN EN LA REGIÓN DE LAMBAYEQUE, Lambayeque: UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, 2021.
- [14] D. K. Cabrejos y S. L. Sipión, Artists, *Efecto de consorcios microbianos aerobios en la biorremediación de suelo contaminado con aceite residual automotriz en la provincia de Chiclayo*. [Art]. Universidad Pedro Ruiz Gallo, 2019.
- [15] T. Baloa, C. Arellano, J. De abreu and E. Aguila, "Aceite residual automotriz como aditivo en mezclas de hormigón: Si es factible su uso," *Revista Materia*, vol. 24, no. 2, p. 12343, 2019.
- [16] N. Shafiq, C. S. Choo y M. H. Isa, «Effects of used engine oil on slump, compressive strength and oxygen permeability of normal and blended cement concrete,» *Construction and Building Materials*, vol. 187, p. 178–184, 2018.
- [17] D. Bardales, Artist, *Incorporación de aceite usado de automoción en hormigón en masa: efectos sobre las propiedades físicas y mecánicas* [Tesis de licenciatura, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. [Art]. 2023.
- [18] Y. L. Yaphary, R. H. W. Lam y D. Lau, «Reduction in cement content of normal strength concrete with used engine oil (UEO) as chemical admixture,» *Construction and Building Materials*, vol. 261, pp. 1-10, 2020.

- [19] H. Chen, R. Qin y D. Lau, «Recycling used engine oil in concrete design mix: An ecofriendly and feasible solution,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 329, pp. 1-11, 2021.
- [20] O. Gonzales y F. Robles, Aspectos fundamentales del concreto reforzado, México: Limusa, 2006.
- [21] C. Sánchez , J. J. Galán y I. Martínez, «Physical and Hydraulic Properties of Porous Concrete,» *Sustainability*, vol. 13, nº 19, p. 10562, 2021.
- [22] H. Karimi, M. Aliha, P. Ebneabbasi, S. Salehi, E. Khedri and P. Haghightatpour, "Mode I and mode II fracture toughness and fracture energy of cement concrete containing different percentages of coarse and fine recycled tire rubber granules," *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, vol. 123, 2023.
- [23] NTP 334.001, "CEMENTOS. Terminología relacionada al cemento hidraulico," 2019. [Online]. Available: <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>.
- [24] M. Ranjitham, S. Mohanraj, K. Ajithpandi, S. Akileswaran and S. Sree, "Strength properties of coconut fibre reinforced concrete," *INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATERIALS, MANUFACTURING AND MACHINING 2019*, 2019.
- [25] P. Plasencia and M. Rodriguez, Artists, *Diseño de mezcla asfáltica en caliente incorporando aceite quemado de motor de vehículo, Trujillo [Tesis de licenciatura, Universidad Cesar Vallejo]. [Art]. 2022.*
- [26] L. Q. Tejera, Metodología de la Investigación, México: Mc GRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, 2014.
- [27] H. V. M. P. . J. & R. H. Ñaupas, Metodología de la investigación: cuantitativa- cualitativa y redacción de tesis, Bogotá, 2018.
- [28] J. Ventura, «¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria,» *SCIELO*, 2017.
- [29] J. Arias y M. Covinos, Diseño y metodología de la investigación, Arequipa: Biblioteca Nacional del Perú, 2021.
- [30] C. Rojas, «FICHA DE CAMPO,» *MIL FORMATOS*, 2021.

- [31] T. Astete, A. Arias y R. Fuentes, «Estudiantes de la Salud como Sujetos de Estudio en Investigación: Una Revisión Acerca de su Incorporación e Implicancias Éticas,» *SCIELO*, 2019.
- [32] E. Mondragón, Artist, *Influencia de la fibra de poliestireno en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para una resistencia de 210 y 280 kg/cm²*. [Tesis de licenciatura, Universidad Señor de sipán]. [Art]. 2020.
- [33] L. Díaz, Artist, *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto sustituyendo el agregado fino por vieiras trituradas y adicionando fibra de nylon* [Tesis de licenciatura, Universidad Señor de Sipan]. [Art]. 2024.
- [34] J. Nuntón, Artist, *Análisis del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de acero de neumáticos reciclados* [Tesis de licenciatura, Universidad Señor de Sipán]. [Art]. 2023.
- [35] S. Beddu, N. Shafiq, M. F. Nuruddin, N. L. M. Kamal y S. N. Sadon, «Effects of Used Engine Oil as an Admixture in Concrete Durability,» *British Journal of Applied Science & Technology*, vol. 15, nº 6, pp. 1-10, 2019.
- [36] N. Shafiq, C. S. Choo y M. H. Isa, «Effects of used engine oil on slump, compressive strength and oxygen permeability of normal and blended cement concrete,» *Construction and Building Materials*, vol. 187, p. 178–184, 2018.
- [37] D. Sinkhonde, R. Ocharo, W. Odhiambo and J. Nyiro, "Properties of concrete mixes containing tire rubber and brick powder exposed to sulfuric acid and cured in water: A comparative study," *Heliyon*, vol. 9, no. 6, 2023.
- [38] B. S. Hamad, A. A. Rteil y M. El-Fadel, «Effect of used engine oil on properties of fresh and hardened concrete,» *Construction and Building Materials*, vol. 17, p. 311–318, 2019.
- [39] J. J. Assaad, «Disposing used engine oils in concrete – Optimum dosage and compatibility with water reducers,» *Construction and Building Materials*, vol. 44, p. 734–742, 2019.
- [40] X. Chen, Y. Ming, F. Fu y P. Chen , «Numerical and Empirical Models for Service Life Assessment of RC Structures in Marine Environment,» *International Journal of Concrete Structures and Materials*, vol. 16, nº 1, pp. 1-12, 2022.

- [41] Y. Accilio y T. Chancas, «Evaluación del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando fibras de acero y microsilíce, Lima 2020,» Lima, 2020.
- [42] NTP 339.184, CONCRETO. Determinación de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado. Método de ensayo, 2021.
- [43] H. Jukka, H. Ari y L. Anssi, «Compressive strength of core specimens drilled from concrete test cylinders,» *Structural Concrete*, vol. 22, pp. 683-695, 2020.
- [44] M. S. Islam, N. Sanzida, M. M. Rahman and M. D. Alam, "From the value chain to environmental management of used lube oil: A baseline study in Bangladesh," *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, vol. 4, p. 100159, 2021.
- [45] L. Marquina, Artist, *Análisis de las propiedades mecánicas del concreto sustituyendo un porcentaje de cemento por polvo de cáscara de huevo [Tesis de licenciatura, Universidad Señor de Sipan]*. [Art]. 2023.
- [46] NTP 400.012, AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global, 2018.
- [47] J. Crispin y C. Macalopu, Artists, *Análisis técnico económico para elementos estructurales de concreto armado con añadido de fibra de acero reciclado en un diseño de mezcla optimizando $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]*. [Art]. 2021.
- [48] G. Diaz, Artist, *Influencia de la macro fibra sintética sobre la flexión, compresión, tracción, impacto y asentamiento en un concreto para plataformas de baja carga. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Trujillo]*. [Art]. 2022.
- [49] E. Rivas, Artist, *Efecto de la valva de concha de abanico triturada en las propiedades del mortero de albañilería. [Tesis de licenciatura, Universidad de Piura]*. [Art]. 2019.

ANEXOS

Anexo 1: Operacionalización de variables.....	50
Anexo 2: Matriz de Consistencia	53
Anexo 3: Acta de aprobación del asesor	55
Anexo 4: Informes de Laboratorio: Estudio de Canteras	57
Anexo 5: Carta de autorización para la recolección de la información.....	79
Anexo 6: Informes de laboratorio: Diseño de mezcla concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$	81
Anexo 7: Informes de laboratorio: Propiedades físicas del concreto.	84
Anexo 8: Informes de laboratorio: Propiedades mecánicas del concreto.....	89
Anexo 9: Análisis Económico	115
Anexo 10: Composición química del aceite de motor usado (UEO)	118
Anexo 11: Informes de laboratorio: Propiedades microestructurales del concreto.....	122
Anexo 12: Panel fotográfico	132
Anexo 13: Análisis Estadístico: Prueba de hipótesis	139
Anexo 14: Análisis Estadístico: Alfa de Cronbach	156
Anexo 15: Análisis Estadístico: Aiken	158
Anexo 16: Validez y Confiabilidad por 5 jueces expertos	162
Anexo 17: Certificado de calibración de equipos.....	173

Anexo 1: Operacionalización de variables

Tabla XII

Operacionalización de la variable independiente

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Instrumentos	Tipos de variables	Escala de medición
Aceite de motor usado	De manera genérica para abarcar una amplia variedad de productos distintos, que se caracterizan principalmente por la presencia de numerosos aditivos y componentes químicos.	Se definió medir la adición de aceite de motor usado en porcentaje de peso de cemento.	Caracterización física	Número Base	mg	Planillas de laboratorio	Numérica	Razón
				Número Ácido	%			
				Contenido de Agua	gr/cm ³			
				Densidad	°C			
				Punto de inflamación				
			Composición química	Óxido sulfúrico	SO ₃			
				Ó. Calcio	CaO			
				Cloro	CL			
				Ó. de zinc	ZnO			
				Ó. de fósforo	P ₂ O ₅			
Porcentaje de adición de aceite de motor (UEO)	Ó. de hierro	Fe ₂ O ₃						
	Gravedad específica	-						
	0.10							
	0.15							
	0.30	%						
	0.50							

Tabla XIII

Operacionalización de la variable dependiente

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Propiedades físicas, mecánicas y microestructurales del concreto	El concreto es una mezcla pétreo que está compuesto principalmente por cemento, agregados agua y en ocasiones aditivos.	Se definió evaluar las propiedades físicas, mecánicas y microestructurales del concreto de acuerdo a las normas de ensayo ASTM para cada propiedad	Propiedades físicas de los áridos	Granulometría	Planillas de laboratorio	gr	Numérica	De razón
				P. U suelto y compactado		kg/m ³		
				P. Específico		gr/cm ²		
				Humedad		%		
			Propiedades físicas del concreto fresco	Absorción		%		
				Asentamiento		pulg.		
				Temperatura		°C		
Propiedades mecánicas del concreto endurecido	Peso unitario	kg/m ³						
	Contenido de aire	%						
Microestructura	R. Compresión	kg/cm ²						
	R. Tracción							
Microestructura	R. Flexión	ppm						
	M. de elasticidad							
Microestructura	Difracción de Rayos X (DRX)	ppm						
	Microscopia Electrónica de Barrido (SEM)							

Anexo 2: Matriz de Consistencia

Título: Efectos de la Adición de Aceite de Motor Usado Sobre las Propiedades Físicas, Mecánicas y Microestructurales del Concreto

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	POBLACIÓN Y MUESTRA	ENFOQUE/TIPO/ DISEÑO	TÉCNICAS /INSTRUMENTO
¿Cuáles son los efectos de la adición de aceite de motor usado sobre las propiedades físicas, mecánicas y microestructurales del concreto?	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaluar los efectos de la adición de aceite de motor usado sobre las propiedades físicas, mecánicas y microestructurales del concreto. 	La adición de aceite de motor usado mejora las propiedades físicas, mecánicas y microestructurales del concreto.	<p>V.I: Aceite de motor usado</p>	<p>Unidad de análisis Especímenes de concreto</p> <p>Población 200 especímenes de concreto</p> <p>Muestra Ensayo de 200 probetas</p>	<p>Tipo Aplicada</p> <p>Enfoque Cuantitativo</p> <p>Diseño Experimental de tipo Cuasiexperimental</p>	Observación /Ficha de campo
	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>OE1: Efectuar un estudio de canteras para determinar las mejores propiedades físicas de los agregados para la fabricación de concreto.</p> <p>OE2: Determinar la composición química del aceite de motor usado (UEO)</p> <p>OE3: Comparar las propiedades físicas en estado fresco del concreto 210 kg/cm² con adiciones de 0.10%, 0.15%, 0.30% y 0.50% de aceite de motor usado (UEO) por el peso de cemento.</p> <p>OE4: Comparar las propiedades mecánicas en estado endurecido del concreto 210 kg/cm² con adiciones de 0.10%, 0.15%, 0.30% y 0.50% de aceite de motor usado (UEO).</p> <p>OE4: Evaluar los efectos en la microestructura del concreto 210 kg/cm² con el porcentaje óptimo de adiciones de aceite de motor usado (UEO).</p>		<p>V.D: Propiedades físicas, mecánicas y microestructurales del concreto</p>			

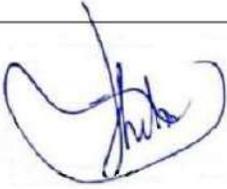
Anexo 3: Acta de aprobación del asesor



ACTA DE APROBACIÓN DEL ASESOR

Yo **Mg. Carmen Chilon Muñoz**, quien suscribe como asesor designado mediante Resolución de Facultad N° **0041-2023/FIAU-USS**, del proyecto de investigación titulado **Efectos de la Adición del Aceite de Motor Usado Sobre las Propiedades Físicas, Mecánicas y Microestructurales del Concreto**, desarrollado por el estudiante: **Rojales Arce Amilkar Smith Segundo**, del programa de estudios de la **Escuela Profesional de Ingeniería Civil**, acredito haber revisado, y declaro expedito para que continúe con el trámite pertinente.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Mg. Carmen Chilon Muñoz	DNI: 16569459	
-------------------------	---------------	---

Pimentel, 05 de agosto de 2024

Anexo 4: Informes de Laboratorio: Estudio de Canteras

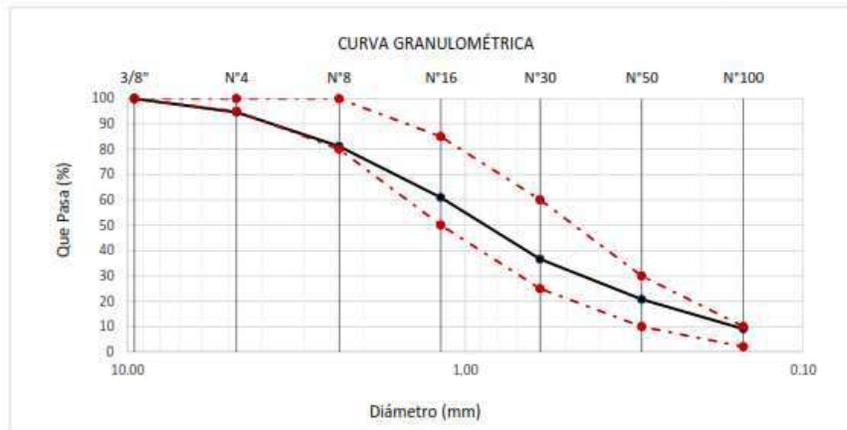
Cantera “La Victoria” – Pátapo

Solicitud de Ensayo : 2905A-23/LEMS W&C
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : Tesis: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de Ensayo : Martes, 30 de mayo del 2023.
 Fin de Ensayo : Miércoles, 31 de mayo del 2023.
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
 NORMA : N.T.P. 400.012

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Pátapo - La Victoria

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	100
Nº 4	4.750	5.3	5.3	94.7	95 - 100
Nº 8	2.360	13.5	18.8	81.2	80 - 100
Nº 16	1.180	20.2	39.0	61.0	50 - 85
Nº 30	0.600	24.4	63.4	36.6	25 - 60
Nº 50	0.300	15.8	79.3	20.7	10 - 30
Nº 100	0.150	11.7	91.0	9.0	2 - 10
MÓDULO DE FINEZA					2.97



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitud de Ensayo : **2905A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : Tesis: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de Ensayo : Martes, 30 de mayo del 2023.
 Fin de Ensayo : Jueves, 01 de junio del 2023.

NORMA : AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo.

REFERENCIA : NTP 400.022:2021

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Pátapo - La Victoria

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.526
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.365

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
 WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



 Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 2905A-23/LEMS W&C
 Solicitante : ANILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE

Proyecto : Tesis "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"

Ubicación : Dist.Fimintel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.

Inicio de Ensayo : Martes, 30 de mayo del 2023.

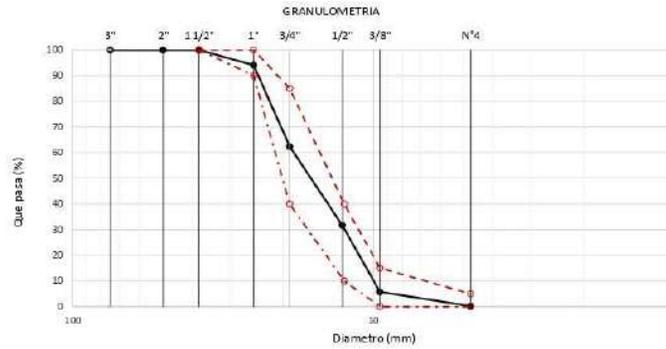
Fin de Ensayo : Miércoles, 31 de mayo del 2023.

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.

NORMA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada Cantera : La Victoria - Pátapo

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	56
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	6.0	6.0	94.0	90 - 100
3/4"	19.00	31.6	37.6	62.4	40 - 85
1/2"	12.70	39.7	68.3	31.7	10 - 40
3/8"	9.52	26.0	94.3	5.7	0 - 15
N°4	4.75	5.5	99.8	0.2	0 - 5
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL					3/4"



OBSERVACIONES :
 - Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

Solicitud de Ensayo : **2905A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : **AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE**

Proyecto / Obra : **Tesis "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"**

Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque**
 Fecha de apertura : **Lunes, 29 de mayo del 2023.**
 Inicio de Ensayo : **Martes, 30 de mayo del 2023.**
 Fin de Ensayo : **Miércoles, 31 de mayo del 2023.**

ENSAYO : **AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.**

Referencia : **AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.**
 : **NTP 400.017:2020**
 : **NTP 339.185:2021**

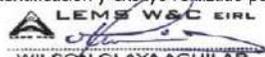
Muestra : **Piedra Chancada** **Cantera La Victoria - Pátapo**

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1433.36
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1420.99
Contenido de Humedad	(%)	0.87

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1567.76
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1554.23
Contenido de Humedad	(%)	0.87

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2905A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : Tesis "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de Ensayo : Martes, 30 de mayo del 2023.
 Fin de Ensayo : Jueves, 01 de junio del 2023.
 NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo
 REFERENCIA : N.T.P. 400.022: 2021

Muestra: Piedra chancada

Cantera: La Victoria - Pátapo

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.591
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.772

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
 WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

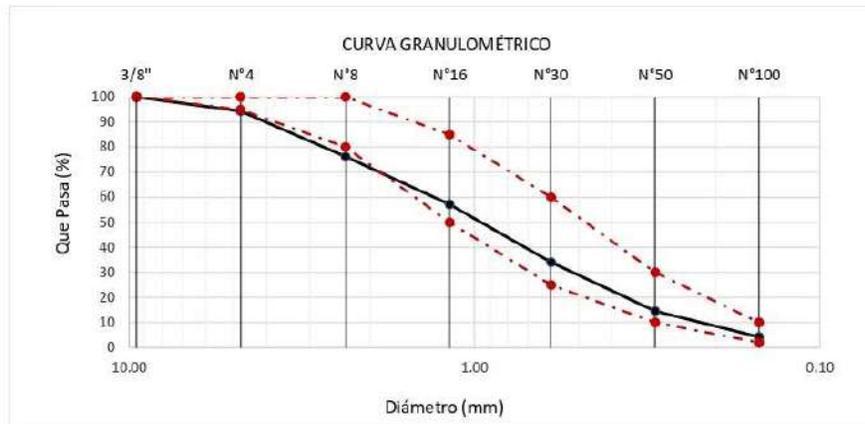


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Cantera “Pacherrez” – Pucalá

Solicitud de Ensayo : 2905A-23/LEMS W&C
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto : Tesis "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de Ensayo : Martes, 30 de mayo del 2023.
 Fin de Ensayo : Miércoles, 31 de mayo del 2023.
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
 NORMA : N.T.P. 400.012
 Muestra : Arena Gruesa Cantera: Pacherez - Pucalá

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	100
Nº 4	4.750	5.6	5.6	94.4	95 - 100
Nº 8	2.360	18.2	23.8	76.2	80 - 100
Nº 16	1.180	19.0	42.8	57.2	50 - 85
Nº 30	0.600	23.1	66.0	34.0	25 - 60
Nº 50	0.300	19.4	85.4	14.6	10 - 30
Nº 100	0.150	10.4	95.8	4.2	2 - 10
MÓDULO DE FINEZA					3.19



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitud de Ensayo : 2905A-23/LEMS W&C
Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
Proyecto / Obra : Tesis "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
Inicio de Ensayo : Martes, 30 de mayo del 2023.
Fin de Ensayo : Miércoles, 31 de mayo del 2023.
Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.3a. Edición
Referencia : NTP 400.017:2020
 NTP 339.185:2021

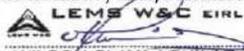
Muestra : Arena Gruesa **Cantera Pacherez - Pucalá**

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1663.47
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1647.95
Contenido de Humedad	(%)	0.94

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1726.80
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1710.69
Contenido de Humedad	(%)	0.94

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



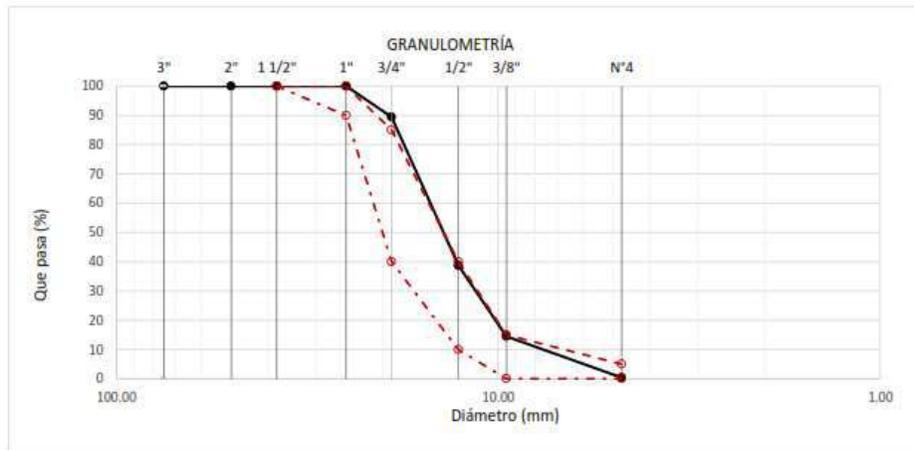
Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 2905A-23/LEMS W&C
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto : Tesis: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de Ensayo : Martes, 30 de mayo del 2023.
 Fin de Ensayo : Miércoles, 31 de mayo del 2023.
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada

Cantera : Pacherez

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO
					56
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	90 - 100
3/4"	19.00	10.6	10.6	89.4	40 - 85
1/2"	12.70	50.7	61.3	38.7	10 - 40
3/8"	9.52	24.2	85.5	14.5	0 - 15
N°4	4.75	14.1	99.6	0.4	0 - 5
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL					3/4"



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

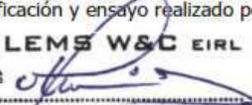
Solicitud de Ensayo : **2905A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : Tesis: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de Ensayo : Martes, 30 de mayo del 2023.
 Fin de Ensayo : Miércoles, 31 de mayo del 2023.
 Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado Método de ensayo 3a Edición.
 Referencia : NTP 400.017:2020
 NTP 339.185:2021

Muestra : Piedra Chancada Cantera: Pacherez-Pucalá

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1403.46
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1397.54
Contenido de Humedad	(%)	0.42
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1589.45
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1582.75
Contenido de Humedad	(%)	0.42

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2905A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : Tesis: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Fecha de ensayo : Martes, 30 de mayo del 2023.
 Fecha de ensayo : Jueves, 01 de junio del 2023.

NORMA : AGREGADOS Densidad relativa (Peso específico) y absorción del agregado grueso.
 Método de ensayo.

REFERENCIA : NTP 400.021:2020

Muestra: Piedra Chancada

Cantera: Pacherez-Pucalá

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.685
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.891

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

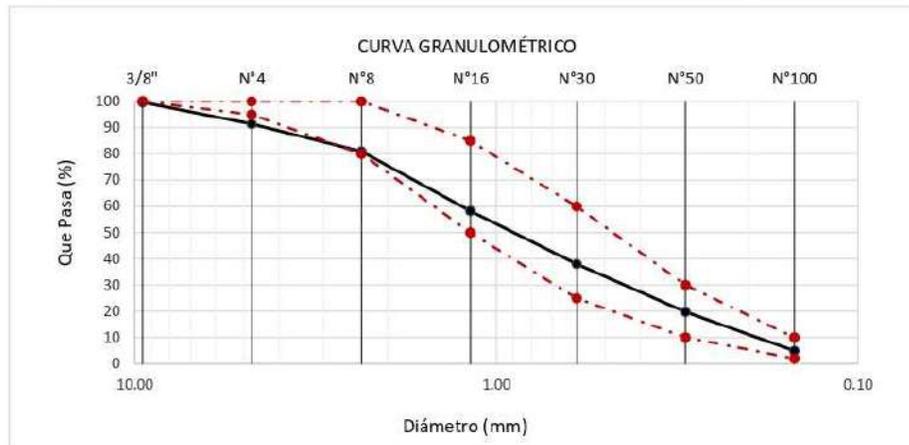


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Cantera “Tres Tomas” – Ferreñafe

Solicitud de Ensayo : 2905A-23/LEMS W&C
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto : Tesis "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de Ensayo : Martes, 30 de mayo del 2023.
 Fin de Ensayo : Miércoles, 31 de mayo del 2023.
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
 NORMA : N.T.P. 400.012
 Muestra : Arena Gruesa Cantera: Tres Tomas - Ferreñafe

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	0.3	0.3	99.7	100
Nº 4	4.750	8.2	8.6	91.4	95 - 100
Nº 8	2.360	10.5	19.0	81.0	80 - 100
Nº 16	1.180	22.7	41.7	58.3	50 - 85
Nº 30	0.600	20.3	62.0	38.0	25 - 60
Nº 50	0.300	18.2	80.2	19.8	10 - 30
Nº 100	0.150	14.8	95.1	4.9	2 - 10
MÓDULO DE FINEZA					3.07



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2905A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : Tesis "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de Ensayo : Martes, 30 de mayo del 2023.
 Fin de Ensayo : Jueves, 01 de junio del 2023.
 NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo
 REFERENCIA : N.T.P. 400.022:2021

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Tres Tomas - Ferreñafe

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.469
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.586

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : 2905A-23/LEMS W&C
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE

Proyecto : Tesis "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO" PROPIEDADES

Ubicación : Dist Pimentel, Prov. Chidayo, Depart. Lambayeque

Fecha de apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.

Inicio de Ensayo : Martes, 30 de mayo del 2023.

Fin de Ensayo : Miércoles, 31 de mayo del 2023.

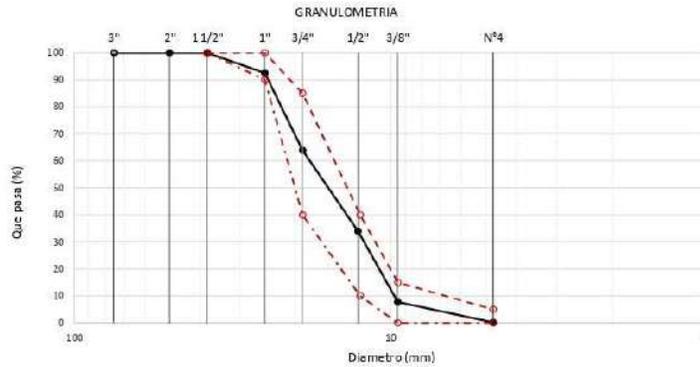
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.

NORMA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada

Cantera : Tres Tomas - Ferreñafe

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO 56
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	7.5	7.5	92.5	90 - 100
3/4"	19.00	28.6	36.1	63.9	40 - 95
1/2"	12.70	29.9	66.0	34.0	10 - 40
3/8"	9.52	25.2	92.2	7.8	0 - 15
N°4	4.75	7.6	99.8	0.2	0 - 5
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL					3/4"



OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

Solicitud de Ensayo : 2905A-23/LEMS W&C
Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
Proyecto / Obra : Tesis "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
Inicio de Ensayo : Martes, 30 de mayo del 2023.
Fin de Ensayo : Miércoles, 31 de mayo del 2023.
ENSAYO : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.
Referencia : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
 : NTP 400.017:2020
 : NTP 339.185:2021

Muestra : Piedra Chancada Cantera Tres Tomas - Ferreñafe

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1470.19
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1459.59
Contenido de Humedad	(%)	0.73
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1563.09
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1551.82
Contenido de Humedad	(%)	0.73

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

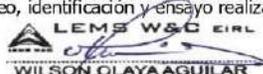
Solicitud de Ensayo : **2905A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : **AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE**
 Proyecto / Obra : Tesis "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de Ensayo : Martes, 30 de mayo del 2023.
 Fin de Ensayo : Jueves, 01 de junio del 2023.
 NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo
 REFERENCIA : N.T.P. 400.022-2021

Muestra: Piedra chancada Cantera: Tres Tomas - Ferrefiabe

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.596
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.717

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

**Anexo 5: Carta de autorización para la recolección
de la información**



AUTORIZACIÓN PARA EL RECOJO DE INFORMACIÓN

Pimentel, 12 de mayo del 2023

Quien suscribe:

Sr. Wilson Olaya Aguilar

REPRESENTANTE LEGAL DE COORDINACIÓN DE LABORATORIO – UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado: **Efectos de la Adición del Aceite de Motor Usado Sobre las Propiedades Físicas, Mecánicas y Microestructurales del Concreto**

Por el presente, el que suscribe, Wilson Olaya Aguilar representante legal de coordinación del laboratorio UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN, AUTORIZO al estudiante Rojas Arce Amilkar Smith Segundo, identificado con DNI N° 70157655 estudiante del Programa de Estudios de Ingeniería Civil, y autor del trabajo de investigación denominado **Efectos de la Adición del Aceite de Motor Usado Sobre las Propiedades Físicas, Mecánicas y Microestructurales del Concreto**, al uso de dicha información que conforma el expediente técnico así como hojas de memorias, cálculos entre otros como plantillas para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis de investigación, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.



Wilson Olaya Aguilar
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES
ESC. INGENIERÍA CIVIL

Atentamente.

Wilson Olaya Aguilar: DNI N°41437114

Tec. Coordinador de Laboratorio / Talleres

Anexo 6: Informes de laboratorio: Diseño de
mezcla concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Solicitud de Ensayo : 2905A-23/LEMS W&C
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : **Tesis: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"**

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de Ensayo : Lunes, 05 de junio del 2023.
 Fin de Ensayo : Lunes, 05 de junio del 2023.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL CONCRETO PATRÓN (CP) $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - QUISQUEYA.
 2.- Peso específico : 3130 Kg/m^3

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.524	gr/cm^3
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.564	gr/cm^3
3.- Peso unitario suelto	1.58	Kg/m^3
4.- Peso unitario compactado	1.77	Kg/m^3
5.- % de absorción	1.61	%
6.- Contenido de humedad	0.8	%
7.- Módulo de finza	2.97	

Agregado grueso :

: Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa	2.674	gr/cm^3
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.700	gr/cm^3
3.- Peso unitario suelto	1.40	Kg/m^3
4.- Peso unitario compactado	1.58	Kg/m^3
5.- % de absorción	0.95	%
6.- Contenido de humedad	0.4	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

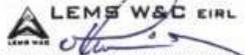
Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	5.3	94.7
Nº 08	13.5	81.2
Nº 16	20.2	61.0
Nº 30	24.4	36.6
Nº 50	15.8	20.7
Nº 100	11.7	9.0
Fondo	9.0	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	10.6	89.4
1/2"	50.7	38.7
3/8"	24.2	14.5
Nº 04	14.1	0.4
Fondo	0.4	0.0

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitud de Ensayo : 2905A-23/LEMS W&C
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : **Tesis: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"**

Fecha de Apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de Ensayo : Lunes, 05 de junio del 2023.
 Fin de Ensayo : Lunes, 05 de junio del 2023.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL CONCRETO PATRÓN (CP) $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 1/4 Pulgadas
 Peso unitario del concreto fresco : 2389 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 7 días : 204 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 7 días : 97 %
 Factor cemento por M³ de concreto : 8.7 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.715

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 371 Kg/m³ : Tipo I - QUISQUEYA.
 Agua 265 L : Potable de la zona.
 Agregado fino 855 Kg/m³ : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
 Agregado grueso 898 Kg/m³ : Cantera Pacherras - Pacherras

Proporción en peso :

Cemento	Arena	Piedra	Agua	
1.0	2.31	2.42	30.4	Lts/pe ³

Proporción en volumen :

1.0	2.19	2.60	30.4	Lts/pe ³
-----	------	------	------	---------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo 7: Informes de laboratorio: Propiedades físicas del concreto.

Asentamiento



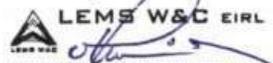
Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2905A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : Tesis: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de ensayo : Lunes, 05 de junio del 2023.
 Fin de ensayo : Lunes, 05 de junio del 2023.
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.
 Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (mm)
01	Concreto Patrón, f'c = 210	210	05/06/2023	4 1/4	108
02	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.10% UEO	210	05/06/2023	5 1/8	130
03	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.15% UEO	210	05/06/2023	5 1/4	133
04	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.30% UEO	210	05/06/2023	5 5/8	143
05	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.50% UEO	210	05/06/2023	6	152

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Temperatura



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswycseirl.com

Solicitud de Ensayo : **2905A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : Tesis "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de Apertura : Lunes, 28 de mayo del 2023.
 Inicio de Ensayo : Martes, 30 de mayo del 2023.
 Fin de Ensayo : Miércoles, 31 de mayo del 2023.
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.
 Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
01	Muestra 1 - Concreto Patrón 210 kg/cm ²	210	05/06/2023	28.4
02	Muestra 2 CP. 210 + 5% CC	210	05/06/2023	28.2
03	Muestra 3 CP. 210 + 10% CC	210	05/06/2023	27.9
04	Muestra 4 CP. 210 + 15% CC	210	05/06/2023	28.1
05	Muestra 5 CP. 210 + 20% CC	210	05/06/2023	27.7

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



Contenido de aire



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334

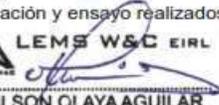
Email: lemswyceirt@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2905A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto de Tesis : Tesis: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de ensayo : Lunes, 05 de junio del 2023.
 Fin de ensayo : Lunes, 05 de junio del 2023.
 Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.
 Referencia : NTP 339.080

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire - Método por presión (%)	
				Tipo de medidor	Contenido de aire (%)
01	Concreto Patrón, f'c = 210	210	05/06/2023	Medido "B"	1.5
02	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.10% UEO	210	05/06/2023	Medido "B"	2.0
03	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.15% UEO	210	05/06/2023	Medido "B"	2.1
04	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.30% UEO	210	05/06/2023	Medido "B"	2.5
05	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.50% UEO	210	05/06/2023	Medido "B"	2.9

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 **Miguel Angel Ruiz Perales**
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Peso Unitario



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3,5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

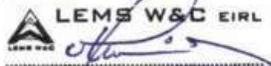
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2905A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto de Tesis : Tesis: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de ensayo : Lunes, 05 de junio del 2023.
 Fin de ensayo : Lunes, 05 de junio del 2023.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición.
 Referencia : N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m³)
01	Concreto Patrón, f'c = 210	210	05/06/2023	2389
02	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.10% UEO	210	05/06/2023	2383
03	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.15% UEO	210	05/06/2023	2379
04	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.30% UEO	210	05/06/2023	2374
05	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.50% UEO	210	05/06/2023	2370

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,


LEMS W&C EIRL
 WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



 Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo 8: Informes de laboratorio: Propiedades mecánicas del concreto

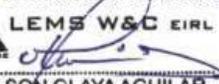
Resistencia a la compresión: Concreto Patrón

Solicitud de Ensayo : **2905A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : Tesis: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de ensayo : Lunes, 12 de junio del 2023.
 Fin de ensayo : Lunes, 30 de junio del 2023.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015
 DISEÑO PATRÓN : para un diseño 210kg/cm2.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	Concreto patron	210	05/06/2023	12/06/2023	7	37446	15.26	183	205
02	Concreto patron	210	05/06/2023	12/06/2023	7	36401	15.07	178	204
03	Concreto patron	210	05/06/2023	12/06/2023	7	38256	15.28	183	209
04	Concreto patron	210	05/06/2023	19/06/2023	14	40983	15.30	184	223
05	Concreto patron	210	05/06/2023	19/06/2023	14	41031	15.32	184	223
06	Concreto patron	210	05/06/2023	19/06/2023	14	40197	15.18	181	222
07	Concreto patron	210	05/06/2023	03/07/2023	28	44756	15.33	185	242
08	Concreto patron	210	05/06/2023	03/07/2023	28	45511	15.51	189	241
09	Concreto patron	210	05/06/2023	03/07/2023	28	43940	15.09	179	246

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

**Resistencia a la compresión:
Concreto Patrón con adición de UEO**

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Solicitud de Ensayo : **2905A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : Tesis: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de ensayo : Lunes, 12 de junio del 2023.
 Fin de ensayo : Lunes, 03 de julio del 2023.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

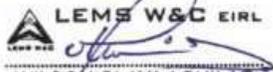
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO PATRÓN : para un diseño 210kg/cm2.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.10% UEO	210	05/06/2023	12/06/2023	7	34477	15.43	187	184
02	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.10% UEO	210	05/06/2023	12/06/2023	7	34377	15.36	185	185
03	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.10% UEO	210	05/06/2023	12/06/2023	7	33748	15.32	184	183
04	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.10% UEO	210	05/06/2023	19/06/2023	14	37161	15.28	183	203
05	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.10% UEO	210	05/06/2023	19/06/2023	14	37239	15.26	183	204
06	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.10% UEO	210	05/06/2023	19/06/2023	14	36770	15.19	181	203
07	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.10% UEO	210	05/06/2023	03/07/2023	28	43794	15.28	183	239
08	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.10% UEO	210	05/06/2023	03/07/2023	28	42671	15.14	180	237
09	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.10% UEO	210	05/06/2023	03/07/2023	28	43389	15.29	184	236

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2905A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : Tesis: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de ensayo : Lunes, 12 de junio del 2023.
 Fin de ensayo : Lunes, 03 de julio del 2023.

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

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO PATRÓN : para un diseño 210kg/cm².

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.15% UEO	210	05/06/2023	12/06/2023	7	36659	15.30	184	200
02	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.15% UEO	210	05/06/2023	12/06/2023	7	36413	15.02	177	206
03	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.15% UEO	210	05/06/2023	12/06/2023	7	36577	15.33	184	198
04	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.15% UEO	210	05/06/2023	19/06/2023	14	41836	15.27	183	228
05	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.15% UEO	210	05/06/2023	19/06/2023	14	42635	15.26	183	233
06	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.15% UEO	210	05/06/2023	19/06/2023	14	41964	15.17	181	232
07	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.15% UEO	210	05/06/2023	03/07/2023	28	43964	15.26	183	240
08	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.15% UEO	210	05/06/2023	03/07/2023	28	43497	15.31	184	236
09	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.15% UEO	210	05/06/2023	03/07/2023	28	43433	15.26	183	237

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2905A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : Tesis: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de ensayo : Lunes, 12 de junio del 2023.
 Fin de ensayo : Lunes, 03 de julio del 2023.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

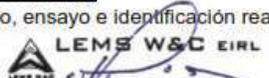
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO PATRÓN : para un diseño 210kg/cm².

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.30% UEO	210	05/06/2023	12/06/2023	7	34867	15.25	183	191
02	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.30% UEO	210	05/06/2023	12/06/2023	7	35658	15.17	181	197
03	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.30% UEO	210	05/06/2023	12/06/2023	7	34825	15.28	183	190
04	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.30% UEO	210	05/06/2023	19/06/2023	14	40885	15.27	183	223
05	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.30% UEO	210	05/06/2023	19/06/2023	14	40871	15.23	182	224
06	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.30% UEO	210	05/06/2023	19/06/2023	14	40834	15.39	186	220
07	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.30% UEO	210	05/06/2023	03/07/2023	28	43219	15.25	183	237
08	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.30% UEO	210	05/06/2023	03/07/2023	28	42892	15.23	182	235
09	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.30% UEO	210	05/06/2023	03/07/2023	28	43702	15.31	184	237

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



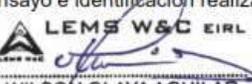

Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2905A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : Tesis: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de ensayo : Lunes, 12 de junio del 2023.
 Fin de ensayo : Lunes, 03 de julio del 2023.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015
 DISEÑO PATRÓN : para un diseño 210kg/cm2.

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.50% UEO	210	05/06/2023	12/06/2023	7	33359	15.34	185	180
02	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.50% UEO	210	05/06/2023	12/06/2023	7	32774	15.39	186	176
03	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.50% UEO	210	05/06/2023	12/06/2023	7	33624	15.35	185	182
04	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.50% UEO	210	05/06/2023	19/06/2023	14	36556	15.25	183	200
05	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.50% UEO	210	05/06/2023	19/06/2023	14	35967	15.05	178	202
06	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.50% UEO	210	05/06/2023	19/06/2023	14	36092	15.15	180	200
07	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.50% UEO	210	05/06/2023	03/07/2023	28	40421	15.27	183	221
08	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.50% UEO	210	05/06/2023	03/07/2023	28	40270	15.03	177	227
09	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.50% UEO	210	05/06/2023	03/07/2023	28	42060	15.28	183	229

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

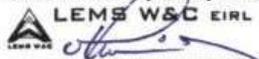
Resistencia a la Flexión: Concreto Patrón

Solicitud de Ensayo : **2905A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : Tesis: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist.Pimentel , Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de ensayo : Lunes, 12 de junio del 2023.
 Fin de ensayo : Lunes, 03 de julio del 2023.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M, (Mpa)
01	Concreto patron	05/06/2023	12/06/2023	7	25130	450	151	155	0	3.13
02	Concreto patron	05/06/2023	12/06/2023	7	26050	450	153	152	0	3.33
03	Concreto patron	05/06/2023	12/06/2023	7	24630	450	150	155	0	3.10
04	Concreto patron	05/06/2023	19/06/2023	14	26490	450	154	152	0	3.36
05	Concreto patron	05/06/2023	19/06/2023	14	26020	450	155	151	0	3.32
06	Concreto patron	05/06/2023	19/06/2023	14	26700	450	151	153	0	3.43
07	Concreto patron	05/06/2023	03/07/2023	28	29300	450	153	151	0	3.78
08	Concreto patron	05/06/2023	03/07/2023	28	29490	450	151	151	0	3.87
09	Concreto patron	05/06/2023	03/07/2023	28	30330	450	150	151	0	3.99

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

**Resistencia a la Flexión:
Concreto Patrón con adición de UEO**

Solicitud de Ensayo : **2905A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : Tesis: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de ensayo : Lunes, 12 de junio del 2023.
 Fin de ensayo : Lunes, 03 de julio del 2023.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _t (Mpa)
01	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.10% UEO	05/06/2023	12/06/2023	7	22870	450	158	155	0	2.72
02	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.10% UEO	05/06/2023	12/06/2023	7	23520	450	155	152	0	2.98
03	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.10% UEO	05/06/2023	12/06/2023	7	25790	450	156	152	0	3.22
04	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.10% UEO	05/06/2023	19/06/2023	14	24540	450	151	151	0	3.23
05	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.10% UEO	05/06/2023	19/06/2023	14	26270	450	152	153	0	3.34
06	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.10% UEO	05/06/2023	19/06/2023	14	26650	450	153	153	0	3.36
07	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.10% UEO	05/06/2023	03/07/2023	28	29790	450	154	153	0	3.76
08	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.10% UEO	05/06/2023	03/07/2023	28	28670	450	153	151	0	3.70
09	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.10% UEO	05/06/2023	03/07/2023	28	28920	450	150	151	0	3.81

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2905A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : Tesis: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de ensayo : Lunes, 12 de junio del 2023.
 Fin de ensayo : Lunes, 03 de julio del 2023.

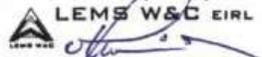
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _r (Mpa)
01	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.15% UEO	05/06/2023	12/06/2023	7	24530	450	155	153	0	3.04
02	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.15% UEO	05/06/2023	12/06/2023	7	23810	450	151	151	0	3.12
03	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.15% UEO	05/06/2023	12/06/2023	7	24310	450	153	152	0	3.13
04	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.15% UEO	05/06/2023	19/06/2023	14	21950	450	154	154	0	2.72
05	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.15% UEO	05/06/2023	19/06/2023	14	22180	450	151	152	0	2.86
06	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.15% UEO	05/06/2023	19/06/2023	14	22790	450	152	153	0	2.90
07	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.15% UEO	05/06/2023	03/07/2023	28	26530	450	152	146	0	3.68
08	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.15% UEO	05/06/2023	03/07/2023	28	29980	450	153	153	0	3.77
09	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.15% UEO	05/06/2023	03/07/2023	28	27750	450	152	151	0	3.60

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 246904

Solicitud de Ensayo : **2905A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : Tesis: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de ensayo : Lunes, 12 de junio del 2023.
 Fin de ensayo : Lunes, 03 de julio del 2023.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _f (Mpa)
01	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.30% UEO	05/06/2023	12/06/2023	7	23120	450	151	156	0	2.86
02	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.30% UEO	05/06/2023	12/06/2023	7	29230	450	152	152	0	3.75
03	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.30% UEO	05/06/2023	12/06/2023	7	23840	450	152	151	0	3.10
04	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.30% UEO	05/06/2023	19/06/2023	14	23580	450	152	155	0	2.93
05	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.30% UEO	05/06/2023	19/06/2023	14	23170	450	155	154	0	2.86
06	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.30% UEO	05/06/2023	19/06/2023	14	22790	450	151	153	0	2.93
07	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.30% UEO	05/06/2023	03/07/2023	28	25280	450	155	151	0	3.24
08	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.30% UEO	05/06/2023	03/07/2023	28	24830	450	152	152	0	3.18
09	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.30% UEO	05/06/2023	03/07/2023	28	23700	450	151	153	0	3.05

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2905A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : Tesis: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de ensayo : Lunes, 12 de junio del 2023.
 Fin de ensayo : Lunes, 03 de julio del 2023.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _f (Mpa)
01	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.50% UEO	05/06/2023	12/06/2023	7	25940	450	150	155	0	3.24
02	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.50% UEO	05/06/2023	12/06/2023	7	26670	450	153	152	0	3.41
03	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.50% UEO	05/06/2023	12/06/2023	7	24100	450	153	152	0	3.08
04	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.50% UEO	05/06/2023	19/06/2023	14	25150	450	154	155	0	3.09
05	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.50% UEO	05/06/2023	19/06/2023	14	24730	450	153	153	0	3.13
06	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.50% UEO	05/06/2023	19/06/2023	14	24390	450	153	152	0	3.10
07	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.50% UEO	05/06/2023	03/07/2023	28	24590	450	159	153	0	2.98
08	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.50% UEO	05/06/2023	03/07/2023	28	24240	450	155	126	0	4.45
09	Concreto Patrón, f'c = 210 + 0.50% UEO	05/06/2023	03/07/2023	28	25630	450	152	153	0	3.27

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Resistencia a la Tracción: Concreto Patrón

Solicitud de Ensayo : **2905A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : Tesis: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de Ensayo : Lunes, 12 de junio del 2023.
 Fin de Ensayo : Lunes, 30 de junio del 2023.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)
01	Testigo 1 - D.P 210	210	05/06/2023	12/06/2023	7	71960	101	207	2.20
02	Testigo 2 - D.P 210	210	05/06/2023	12/06/2023	7	69390	100	207	2.13
03	Testigo 3 - D.P 210	210	05/06/2023	12/06/2023	7	74920	100	208	2.29
04	Testigo 4 - D.P 210	210	05/06/2023	19/06/2023	14	74220	100	206	2.29
05	Testigo 5 - D.P 210	210	05/06/2023	19/06/2023	14	72880	100	207	2.23
06	Testigo 6 - D.P 210	210	05/06/2023	19/06/2023	14	75520	101	206	2.32
07	Testigo 7 - D.P 210	210	05/06/2023	03/07/2023	28	85960	101	206	2.63
08	Testigo 8 - D.P 210	210	05/06/2023	03/07/2023	28	83660	100	205	2.60
09	Testigo 9 - D.P 210	210	05/06/2023	03/07/2023	28	80200	100	205	2.49

Donde:

D.P 210 : Diseño Patrón 210 Kg/cm²
 P: Carga
 d: Diámetro
 l: Longitud
 T: Resistencia a la tracción simple.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

**Resistencia a la Tracción:
Concreto Patrón con adición de UEO**

Solicitud de Ensayo : **2905A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : Tesis: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de Ensayo : Lunes, 12 de junio del 2023.
 Fin de Ensayo : Lunes, 30 de junio del 2023.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)
01	Testigo 1 - C. P, f'c = 210 + 0.10% UEO	210	05/06/2023	12/06/2023	7	68930	100	206	2.13
02	Testigo 2 - C. P, f'c = 210 + 0.10% UEO	210	05/06/2023	12/06/2023	7	67400	100	206	2.08
03	Testigo 3 - C. P, f'c = 210 + 0.10% UEO	210	05/06/2023	12/06/2023	7	69950	100	205	2.17
04	Testigo 4 - C. P, f'c = 210 + 0.10% UEO	210	05/06/2023	19/06/2023	14	73300	100	206	2.26
05	Testigo 5 - C. P, f'c = 210 + 0.10% UEO	210	05/06/2023	19/06/2023	14	73900	101	206	2.26
06	Testigo 6 - C. P, f'c = 210 + 0.10% UEO	210	05/06/2023	19/06/2023	14	73270	100	205	2.27
07	Testigo 7 - C. P, f'c = 210 + 0.10% UEO	210	05/06/2023	03/07/2023	28	72460	100	205	2.25
08	Testigo 8 - C. P, f'c = 210 + 0.10% UEO	210	05/06/2023	03/07/2023	28	75390	101	205	2.33
09	Testigo 9 - C. P, f'c = 210 + 0.10% UEO	210	05/06/2023	03/07/2023	28	73830	100	204	2.30

Donde:

C. P, f'c = 210 + 0.10% UEO : Diseño Patrón 210 Kg/cm² + 0.10% Aceite de Motor Usado.

P: Carga

d: Diámetro

l: Longitud

T: Resistencia a la tracción simple.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2905A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : Tesis: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de Ensayo : Lunes, 12 de junio del 2023.
 Fin de Ensayo : Lunes, 30 de junio del 2023.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)
01	Testigo 1 - C. P, f'c = 210 + 0.15% UEO	210	05/06/2023	12/06/2023	7	68760	100	206	2.12
02	Testigo 2 - C. P, f'c = 210 + 0.15% UEO	210	05/06/2023	12/06/2023	7	65460	100	206	2.02
03	Testigo 3 - C. P, f'c = 210 + 0.15% UEO	210	05/06/2023	12/06/2023	7	65630	100	207	2.01
04	Testigo 4 - C. P, f'c = 210 + 0.15% UEO	210	05/06/2023	19/06/2023	14	74820	102	205	2.28
05	Testigo 5 - C. P, f'c = 210 + 0.15% UEO	210	05/06/2023	19/06/2023	14	72460	100	206	2.24
06	Testigo 6 - C. P, f'c = 210 + 0.15% UEO	210	05/06/2023	19/06/2023	14	71580	100	205	2.22
07	Testigo 7 - C. P, f'c = 210 + 0.15% UEO	210	05/06/2023	03/07/2023	28	76950	101	206	2.36
08	Testigo 8 - C. P, f'c = 210 + 0.15% UEO	210	05/06/2023	03/07/2023	28	75320	100	205	2.33
09	Testigo 9 - C. P, f'c = 210 + 0.15% UEO	210	05/06/2023	03/07/2023	28	72830	100	205	2.26

Donde:
 C. P, f'c = 210 + 0.15% UEO : Diseño Patrón 210 Kg/cm² + 0.15% Aceite de Motor Usado.
 P: Carga
 d: Diámetro
 l: Longitud
 T: Resistencia a la tracción simple.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2905A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : Tesis: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de Ensayo : Lunes, 12 de junio del 2023.
 Fin de Ensayo : Lunes, 30 de junio del 2023.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)
01	Testigo 1 - C. P, f'c = 210 + 0.30% UEO	210	05/06/2023	12/06/2023	7	52180	100	207	1.61
02	Testigo 2 - C. P, f'c = 210 + 0.30% UEO	210	05/06/2023	12/06/2023	7	54040	102	205	1.65
03	Testigo 3 - C. P, f'c = 210 + 0.30% UEO	210	05/06/2023	12/06/2023	7	53140	101	205	1.64
04	Testigo 4 - C. P, f'c = 210 + 0.30% UEO	210	05/06/2023	19/06/2023	14	59370	100	206	1.83
05	Testigo 5 - C. P, f'c = 210 + 0.30% UEO	210	05/06/2023	19/06/2023	14	61550	102	206	1.86
06	Testigo 6 - C. P, f'c = 210 + 0.30% UEO	210	05/06/2023	19/06/2023	14	61110	100	205	1.90
07	Testigo 7 - C. P, f'c = 210 + 0.30% UEO	210	05/06/2023	03/07/2023	28	68500	100	207	2.10
08	Testigo 8 - C. P, f'c = 210 + 0.30% UEO	210	05/06/2023	03/07/2023	28	64810	102	205	1.98
09	Testigo 9 - C. P, f'c = 210 + 0.30% UEO	210	05/06/2023	03/07/2023	28	63890	100	206	1.97

Donde:
 C. P, f'c = 210 + 0.30% UEO : Diseño Patrón 210 Kg/cm² + 0.30% Aceite de Motor Usado.
 P: Carga
 d: Diámetro
 l: Longitud
 T: Resistencia a la tracción simple.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2905A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : Tesis: "EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Lunes, 29 de mayo del 2023.
 Inicio de Ensayo : Lunes, 12 de junio del 2023.
 Fin de Ensayo : Lunes, 30 de junio del 2023.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)
01	Testigo 1 - C. P, f'c = 210 + 0.50% UEO	210	05/06/2023	12/06/2023	7	57250	100	207	1.76
02	Testigo 2 - C. P, f'c = 210 + 0.50% UEO	210	05/06/2023	12/06/2023	7	56300	100	206	1.73
03	Testigo 3 - C. P, f'c = 210 + 0.50% UEO	210	05/06/2023	12/06/2023	7	53900	100	203	1.68
04	Testigo 4 - C. P, f'c = 210 + 0.50% UEO	210	05/06/2023	19/06/2023	14	65540	100	205	2.03
05	Testigo 5 - C. P, f'c = 210 + 0.50% UEO	210	05/06/2023	19/06/2023	14	65740	100	206	2.03
06	Testigo 6 - C. P, f'c = 210 + 0.50% UEO	210	05/06/2023	19/06/2023	14	64950	100	206	2.00
07	Testigo 7 - C. P, f'c = 210 + 0.50% UEO	210	05/06/2023	03/07/2023	28	65950	101	205	2.02
08	Testigo 8 - C. P, f'c = 210 + 0.50% UEO	210	05/06/2023	03/07/2023	28	68940	102	205	2.11
09	Testigo 9 - C. P, f'c = 210 + 0.50% UEO	210	05/06/2023	03/07/2023	28	67490	101	205	2.07

Donde:
 C. P, f'c = 210 + 0.50% UEO : Diseño Patrón 210 Kg/cm² + 0.50% Aceite de Motor Usado.
 P: Carga
 d: Diámetro
 l: Longitud
 T: Resistencia a la tracción simple.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

**Módulo de Elasticidad:
Concreto Patrón con adición de UEO**

Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : Tesis: EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURAL DEL CONCRETO
 Ubicación : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
 Fecha de apertura : 07/12/2022
 Ensayo : COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 210kg/cm²)DM1 - sustitución (P)0% al cemento ó (CM)0% al agregado fino (arena gruesa)
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_c (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_c) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria $\epsilon_s (S_2)$	E_c Kg/cm ²	Promedio E_c Kg/cm ²
CP	09/11/2022	16/11/2022	7	205	82	19.45225	0.000491	141824	141811.84
CP	09/11/2022	16/11/2022	7	204	82	16.34292	0.000511	141351	
CP	09/11/2022	16/11/2022	7	209	84	14.94492	0.000533	142261	
CA.0.10	09/11/2022	16/11/2022	7	184	74	13.47334	0.00046	148467	148537.66
CA.0.10	09/11/2022	16/11/2022	7	185	74	9.16938	0.00049	148055	
CA.0.10	09/11/2022	16/11/2022	7	183	73	3.46901	0.00052	149091	
CA.0.15	09/11/2022	16/11/2022	7	186	74	12.71979	0.00052	132573	132525.39
CA.0.15	09/11/2022	16/11/2022	7	229	91	22.98372	0.00057	132895	
CA.0.15	09/11/2022	16/11/2022	7	188	75	6.46399	0.00057	132108	
CA.0.30	09/11/2022	16/11/2022	7	180	72	13.18566	0.00046	142820	142802.40
CA.0.30	09/11/2022	16/11/2022	7	215	86	3.42257	0.00081	108421	
CA.0.30	09/11/2022	16/11/2022	7	184	74	20.68616	0.00035	177166	
CA.0.50	09/11/2022	16/11/2022	7	164	66	8.90659	0.00046	137211	137275.93
CA.0.50	09/11/2022	16/11/2022	7	209	84	1.33033	0.00041	230043	
CA.0.50	09/11/2022	16/11/2022	7	165	66	3.19618	0.00146	44574	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



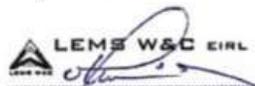
Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : Tesis: EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURAL DEL CONCRETO
 Ubicación : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
 Fecha de apertura : 07/12/2022
 Ensayo : COMPRESION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 210kg/cm²)DM1 - sustitución (P)0% al cemento ó (CM)0% al agregado fino (arena gruesa)
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_s (S ₂)	E _c Kg/cm ²	Promedio E _c Kg/cm ²
CP	09/11/2022	23/11/2022	14	223	89	12.95035	0.000566	147736	147894.46
CP	09/11/2022	23/11/2022	14	223	89	28.53985	0.000532	126208	
CP	09/11/2022	23/11/2022	14	223	89	15.94001	0.000481	169739	
CA.0.10	09/11/2022	23/11/2022	14	203	81	15.76710	0.00049	148403	148112.68
CA.0.10	09/11/2022	23/11/2022	14	204	82	2.39050	0.00059	147481	
CA.0.10	09/11/2022	23/11/2022	14	203	81	4.36225	0.00057	148454	
CA.0.15	09/11/2022	23/11/2022	14	220	88	14.65502	0.00058	138533	138656.07
CA.0.15	09/11/2022	23/11/2022	14	242	97	8.28637	0.00066	145999	
CA.0.15	09/11/2022	23/11/2022	14	232	93	8.00705	0.00070	131437	
CA.0.30	09/11/2022	23/11/2022	14	218	87	16.61146	0.00051	154178	154181.13
CA.0.30	09/11/2022	23/11/2022	14	233	93	17.30585	0.00055	153176	
CA.0.30	09/11/2022	23/11/2022	14	216	87	16.57636	0.00050	155190	
CA.0.50	09/11/2022	23/11/2022	14	187	75	16.69154	0.00049	133904	133862.78
CA.0.50	09/11/2022	23/11/2022	14	226	90	24.34264	0.00055	131395	
CA.0.50	09/11/2022	23/11/2022	14	189	76	16.03517	0.00049	136289	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : AMILKAR SMITH SEGUNDO ROJALES ARCE
 Proyecto / Obra : Tesis: EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURAL DEL CONCRETO
 Ubicación : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
 Fecha de apertura : 07/12/2022
 Ensayo : COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 210kg/cm²)DM1 - sustitución (P)0% al cemento ó (CM)0% al agregado fino (arena gruesa)
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_c (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_c) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E_c Kg/cm ²	Promedio E_c Kg/cm ²
CP	09/11/2022	07/12/2022	28	246	98	15.53162	0.000542	168145	168230.91
CP	09/11/2022	07/12/2022	28	241	96	15.53016	0.000527	169545	
CP	09/11/2022	07/12/2022	28	246	99	15.08419	0.000550	167002	
CA.0.10	09/11/2022	07/12/2022	28	206	82	17.99136	0.00045	162328	162347.51
CA.0.10	09/11/2022	07/12/2022	28	239	95	38.56424	0.00040	163880	
CA.0.10	09/11/2022	07/12/2022	28	237	95	52.94986	0.00031	160835	
CA.0.15	09/11/2022	07/12/2022	28	240	96	16.15495	0.00055	159273	159312.85
CA.0.15	09/11/2022	07/12/2022	28	236	94	19.52285	0.00053	156805	
CA.0.15	09/11/2022	07/12/2022	28	237	95	19.75934	0.00051	161861	
CA.0.30	09/11/2022	07/12/2022	28	230	92	6.45094	0.00061	153205	153183.38
CA.0.30	09/11/2022	07/12/2022	28	248	99	22.36484	0.00056	151464	
CA.0.30	09/11/2022	07/12/2022	28	232	93	9.66456	0.00059	154881	
CA.0.50	09/11/2022	07/12/2022	28	210	84	7.01296	0.00056	149317	149313.15
CA.0.50	09/11/2022	07/12/2022	28	250	100	43.94141	0.00042	152056	
CA.0.50	09/11/2022	07/12/2022	28	217	87	14.64828	0.00054	146566	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Anexo 9: Análisis Económico

Análisis económico

Tesis: Efectos de la Adición del Aceite de Motor Usado Sobre las Propiedades Físicas, Mecánicas y Microestructurales del Concreto

Autor: Rojas Arce Amikar Smith Segundo

01.01 Concreto patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$					m ³	S/. 458.01
Rendimiento	m ³ /día	MO 22.00	EQ	22.00		
Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
 Mano de Obra						52.67
Operario	hh	1.000	0.3636	27.49	10.00	
Peón	hh	4.000	2.1818	19.56	42.68	
 Materiales						399.10
Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	bol		8.700	31.50	274.05	
Piedra chancada 1/2"	m ³		0.898	75.00	67.35	
Arena gruesa	m ³		0.855	65.00	55.58	
Agua	m ³		0.265	8.00	2.12	
Aceite de motor usado (UEO)	m ³		0.000	0.00	0.00	
 Equipos						6.24
Herramientas Manuales	%mo		3.0000	52.68	1.58	
Mezcladora de Concreto Tambor 7P3 - 18HP	hm	1.000	0.3636	12.81	4.66	

01.02 Concreto patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2 + 0.10\% \text{ UEO}$					m ³	S/. 458.19
Rendimiento	m ³ /día	MO 22.00	EQ	22.00		
Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
 Mano de Obra						52.67
Operario	hh	1.000	0.3636	27.49	10.00	
Peón	hh	4.000	2.1818	19.56	42.68	
 Materiales						399.28
Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	bol		8.700	31.50	274.05	
Piedra chancada 1/2"	m ³		0.898	75.00	67.35	
Arena gruesa	m ³		0.855	65.00	55.58	
Agua	m ³		0.265	8.00	2.12	
Aceite de motor usado (UEO)	m ³		0.037	5.00	0.19	
 Equipos						6.24
Herramientas Manuales	%mo		3.0000	52.68	1.58	
Mezcladora de Concreto Tambor 7P3 - 18HP	hm	1.000	0.3636	12.81	4.66	

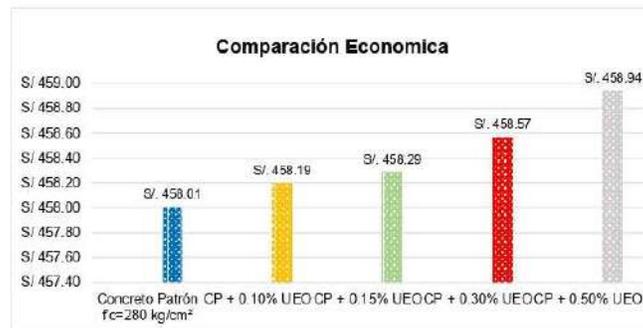
01.03 Concreto patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2 + 0.15\% \text{ UEO}$					m ³	S/. 458.29
Rendimiento	m ³ /día	MO 22.00	EQ	22.00		
Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
 Mano de Obra						52.67
Operario	hh	1.000	0.3636	27.49	10.00	
Peón	hh	4.000	2.1818	19.56	42.68	
 Materiales						399.37
Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	bol		8.700	31.50	274.05	
Piedra chancada 1/2"	m ³		0.898	75.00	67.35	
Arena gruesa	m ³		0.855	65.00	55.58	
Agua	m ³		0.265	8.00	2.12	
Aceite de motor usado (UEO)	m ³		0.056	5.00	0.28	
 Equipos						6.24
Herramientas Manuales	%mo		3.0000	52.68	1.58	
Mezcladora de Concreto Tambor 7P3 - 18HP	hm	1.000	0.3636	12.81	4.66	

01.04 Concreto patrón $f_c=210 \text{ kg/cm}^2 + 0.30\% \text{ UEO}$						m^3	S/. 458.57
Rendimiento	$\text{m}^3/\text{día}$	MO 22.00	EQ	22.00			
Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra							52.67
Operario	hh	1.000	0.3636	27.49	10.00		
Peón	hh	4.000	2.1818	19.56	42.68		
Materiales							399.65
Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	bol		8.700	31.50	274.05		
Piedra chancada 1/2"	m^3		0.898	75.00	67.35		
Arena gruesa	m^3		0.855	65.00	55.58		
Agua	m^3		0.265	8.00	2.12		
Aceite de motor usado (UEO)	m^3		0.112	5.00	0.56		
Equipos							6.24
Herramientas Manuales	%mo		3.0000	52.68	1.58		
Mezcladora de Concreto Tambor 7P3 - 18HP	hm	1.000	0.3636	12.81	4.66		

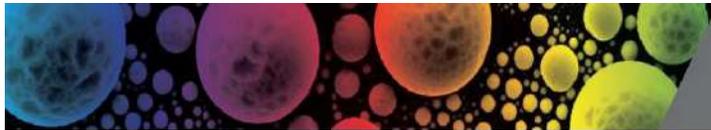
01.05 Concreto patrón $f_c=210 \text{ kg/cm}^2 + 0.50\% \text{ UEO}$						m^3	S/. 458.94
Rendimiento	$\text{m}^3/\text{día}$	MO 22.00	EQ	22.00			
Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra							52.67
Operario	hh	1.000	0.3636	27.49	10.00		
Peón	hh	4.000	2.1818	19.56	42.68		
Materiales							400.03
Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	bol		8.700	31.50	274.05		
Piedra chancada 1/2"	m^3		0.898	75.00	67.35		
Arena gruesa	m^3		0.855	65.00	55.58		
Agua	m^3		0.265	8.00	2.12		
Aceite de motor usado (UEO)	m^3		0.186	5.00	0.93		
Equipos							6.24
Herramientas Manuales	%mo		3.0000	52.68	1.58		
Mezcladora de Concreto Tambor 7P3 - 18HP	hm	1.000	0.3636	12.81	4.66		

Resumen de Económico $f_c=210 \text{ kg/cm}^2 + \text{UEO}$

Diseño de Mezcla	Costo	% de Incremento
Concreto Patrón $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$	S/. 458.01	0.00%
CP + 0.10% UEO	S/. 458.19	0.04%
CP + 0.15% UEO	S/. 458.29	0.06%
CP + 0.30% UEO	S/. 458.57	0.12%
CP + 0.50% UEO	S/. 458.94	0.20%



Anexo 10: Composición química del aceite de motor usado (UEO)



CAM-DIC-050/2022

INFORME TÉCNICO

Número Total de Páginas: 3

SOLICITADO POR : AMILKAR ROJALES.
MUESTRA : 01 muestra AM (aceite usado de motor).
REALIZADO POR : MSc. Santiago Álvarez.
FECHA DE EMISIÓN: 14.12.2022.



I. INTRODUCCIÓN

A pedido del solicitante se realizó el análisis de una (01) muestra identificada como AM, la cual según sus indicaciones corresponde a un aceite usado de motor. La muestra fue preparada y analizada sistemáticamente. Se determinó la composición elemental de la muestra mediante Fluorescencia de Rayos X (XRF).

El presente informe contiene los procedimientos empleados para la preparación de la muestra, las medidas y los resultados.

II. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Análisis

A partir de la muestra suministrada, el análisis de Fluorescencia de Rayos X fue realizado con el espectrómetro de rayos X dispersivo en longitud de onda (WDXRF) de marca Bruker modelo S8 TIGER, con un ánodo de Rodio (Rh), corriente DC de 170 mA y voltaje de aceleración de 60 kV. Se usaron, colimadores con ángulo de apertura 0.23° y 0.46°, además de cristales analizadores: PET, LIF (200), LIF (220) y XS-55, y dos tipos de detectores: contador de centelleo y proporcional de flujo. El análisis y la determinación de la composición química se realizó mediante la rutina QUANTEXPRESS, la cual realiza un ajuste de tipo "standardless". El modelo de evaluación fue por óxidos. Al ser una muestra líquida se utilizó un ambiente de He para la medición.

Preparación de la muestra

El método de preparación de la muestra fue por análisis directo usando un porta muestras especial para líquidos (ver Fig 1.). Se utilizó una lámina de Mylar de 2.6 μm de espesor.



Figura 1. Fotografía de la muestra AM colocada en el porta muestras para análisis de líquidos por XRF.

III. RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los resultados de Fluorescencia de Rayos X correspondientes a la muestra AM. Los valores de concentración para cada especie son por peso (wt%). Se observa que los valores de porcentajes no suman 100. Esto es debido a que no se han tomado en cuenta ni el carbono ni el oxígeno en el cálculo. Estos elementos son mayoritarios debido a la naturaleza de la muestra. En la Tabla 2 se presentan los resultados normalizados de la Tabla 1, esto es, realizando un algoritmo para que la suma de porcentajes sea 100.

Tabla 1. Resultados de análisis por XRF de la muestra AM.

Especie	Concentración (wt%)
S	2.83
Zn	2.76
Ca	1.96
P	0.666
Mo	0.259
Fe	0.155
Si	0.0613
Cl	0.0549
Cu	0.0355

Tabla 2. Resultados de análisis por XRF de la muestra AM normalizados.

Especie	Concentración (wt%)
S	32.226
Zn	31.429
Ca	22.319
P	7.584
Mo	2.949
Fe	1.765
Si	0.698
Cl	0.625
Cu	0.404

IV. CONCLUSIONES

La muestra AM fue analizada mediante Fluorescencia de Rayos X (XRF), la cual fue medida directamente en un porta muestras diseñado para el análisis de líquidos.

La muestra AM presenta los elementos esperados para una muestra de aceite de motor. El Mo tiene una concentración un poco alta pero su pico en el espectro es bastante claro. Este espectro no presenta picos de emisión de otros elementos detectados cerca que puedan superponerse. La concentración de Si, Cl y Cu está por debajo de las 1000 PPM (0.1 %wt) por lo que la exactitud de la medición no es confiable en este régimen. No obstante, se puede asegurar su presencia con una concentración por debajo de las 1000 PPM.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Centro de Caracterización de Materiales



.....
Dr. Jorge Andrés Guerra Torres
Jefe

Anexo 11: Informes de laboratorio: Propiedades microestructurales del concreto.

CAM-MAY-021/2023

INFORME TÉCNICO

Número Total de Páginas: 9

SOLICITADO POR : AMILKAR ROJALES ARECE.
MUESTRAS : 02 Muestras.
REALIZADO POR : MSc. Alvaro Tejada.
FECHA DE EMISIÓN: 12.06.2023.



I. INTRODUCCIÓN

A pedido del solicitante se realizó un análisis morfológico y composicional mediante microscopía electrónica de barrido (SEM), en conjunción con espectroscopía de rayos X dispersiva en energía (EDS). Se brindaron dos (02) muestras que, según indicación del cliente, son piezas de concreto, una de las cuales contiene aceite de motor usado como aditivo. Siguiendo esta indicación, las muestras han sido etiquetadas:

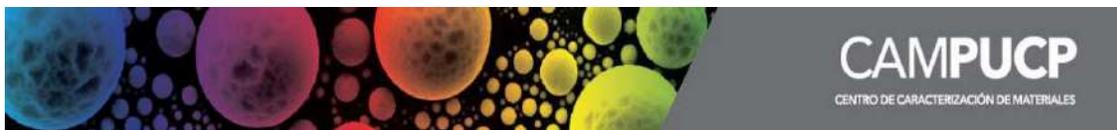
- Concreto sin aceite
- Concreto con aceite

El presente informe contiene el procedimiento empleado para el análisis, así como los resultados correspondientes.

II. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Las medidas fueron realizadas con un microscopio electrónico de barrido (SEM) de marca Thermo-Fisher, modelo Axia, para lo cual se utilizó un voltaje de aceleración de 30 kV y un tamaño de punto de 5, tanto para las imágenes como para la composición. Se midieron diferentes áreas, con magnificaciones de 125, 300x y 750x, dependiendo de los rasgos de interés. Las medidas de espectroscopía de rayos X dispersiva en energía (EDS) fueron realizadas con un detector de marca Thermo-Fisher, montado en el microscopio electrónico. El procesamiento de los datos y la determinación de la composición elemental se realizó en la interfaz de usuario del microscopio electrónico.

Con respecto a la preparación de muestras, para cada pieza brindada se rompió una esquina, desprendiendo fragmentos que muestren la estructura interna. Se seleccionaron fragmentos de tamaño, geometría y rasgos favorables. Cada fragmento fue montado sobre un poste de aluminio para microscopía electrónica



con cinta adhesiva conductiva de carbono, y asegurado con cinta de poliimida para vacío. Las medidas fueron hechas en un régimen de bajo vacío con inyección de vapor de agua, con la finalidad de evitar la acumulación de carga superficial en las muestras y permitir medidas sin necesidad de recubrir las muestras con oro. Esto fue hecho para prevenir sesgos innecesarios en las medidas de EDS.

III. RESULTADOS

Para resaltar la variación de composición en los rasgos de las muestras, se ha optado por mostrar las imágenes provenientes del detector de electrones retrodispersados (SSD). Estos electrones provienen de una región de mayor profundidad de la muestra que los electrones secundarios, por lo cual la intensidad de la señal (correspondiente al brillo de la imagen) es fuertemente influenciada por la densidad local y composición química de la muestra.

En las **Figuras 1 y 2** se muestran imágenes de la misma región de la muestra de "concreto sin aceite" a una magnificación de 125x. En la **Figura 1** se muestra la señal pura del detector de electrones retrodispersados, mientras que en la **Figura 2** se muestra adicionalmente la señal del detector de EDS, mapeada para toda la imagen. Esto indica visualmente la ubicación y concentración de los elementos detectados. Este procedimiento se repitió análogamente en las **Figuras 3 y 4**, sobre la misma muestra a una magnificación mayor, de 750x. En ambos casos, la composición general, producto de los datos acumulados de toda la región de la imagen, se muestra en la **Tabla 1**.

El procedimiento anteriormente descrito se repitió de manera similar para la muestra de "concreto con aceite", pero considerándose además una vista a 300x. En las **Figuras 5 y 6** se muestran imágenes a 125x, en las **Figuras 7 y 8** a 300x, y en las **Figuras 9 y 10** a 750x. Nuevamente, los resultados de composición general se muestran en la **Tabla 1**.

Con respecto a los resultados de composición general, cabe hacer algunas aclaraciones. Las concentraciones de cada elemento se expresan en porcentaje por masa (wt%) y porcentaje atómico (at%). El margen de error para EDS es típicamente del orden de ± 1 at% aproximadamente, por lo cual los resultados son mayormente cualitativos para los elementos con concentraciones muy bajas (≈ 1 at%). Como información complementaria, se brindan también los espectros de EDS de cada imagen, los cuales se pueden apreciar en las **Figuras 11 a 15**.

Las diferencias más notorias entre las muestras de "concreto sin aceite" y "concreto con aceite" se dan en la porosidad visible y en la aparición de hojuelas ricas en calcio. En general las vistas de la muestra de "concreto sin aceite" muestran poros más grandes que en la de "concreto con aceite", aunque no es posible generalizar esta observación a nivel macroscópico, ya que sólo se están observando regiones pequeñas en ambos casos. Por otro lado, si bien ambas muestras presentan regiones ricas en calcio (posiblemente carbonato de calcio), en las muestras de "concreto con aceite", éstas toman una apariencia de hojuelas bien definidas.

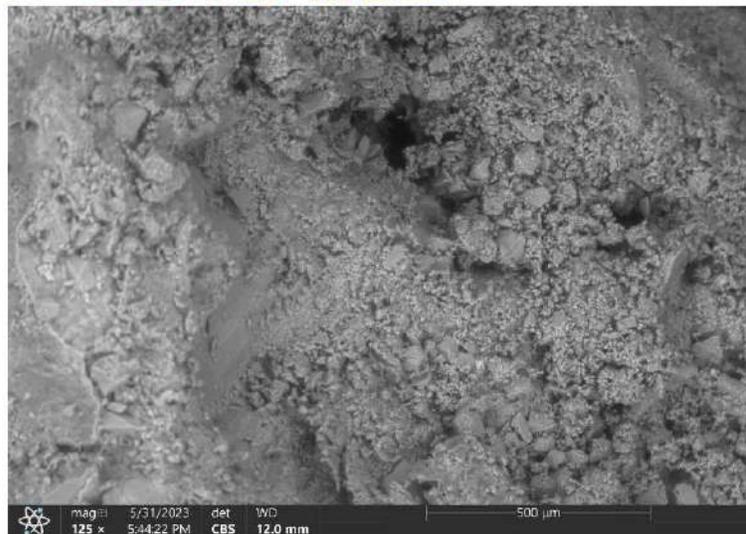


Figura 1. Micrografía de la muestra de "concreto sin aceite" a una magnificación de 125x (señal de electrones retrodispersados).

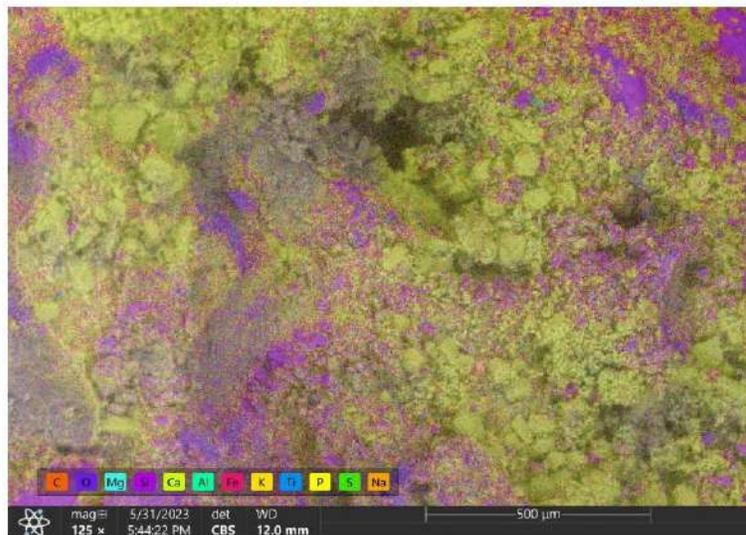


Figura 2. Micrografía de la muestra de "concreto sin aceite" a una magnificación de 125x (señal de electrones retrodispersados), superpuesta con los resultados del mapeo EDS.

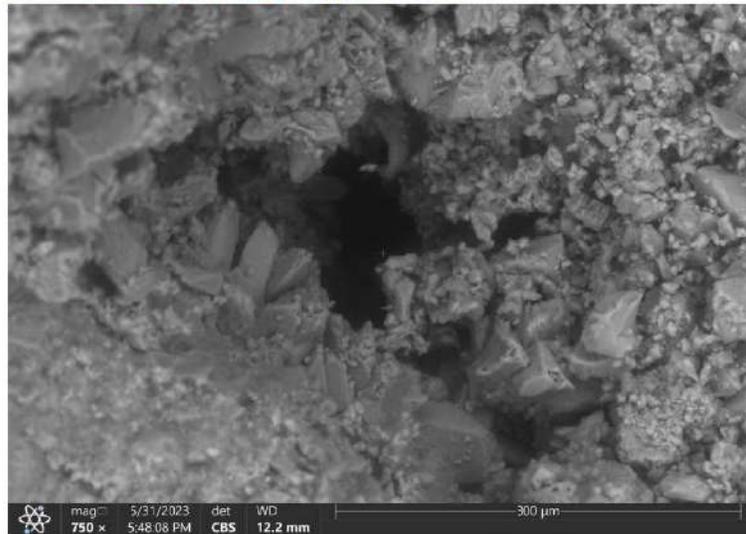


Figura 3. Micrografía de la muestra de "concreto sin aceite" a una magnificación de 750x (señal de electrones retrodispersados).

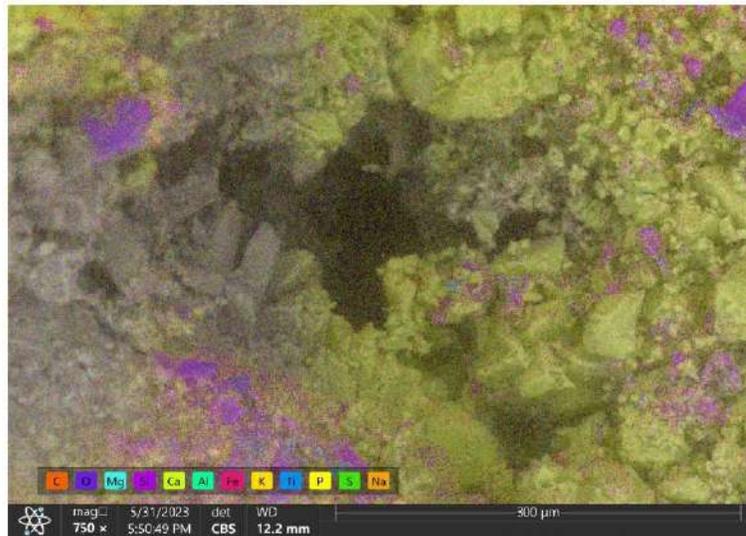


Figura 4. Micrografía de la muestra de "concreto sin aceite" a una magnificación de 750x (señal de electrones retrodispersados), superpuesta con los resultados del mapeo EDS.

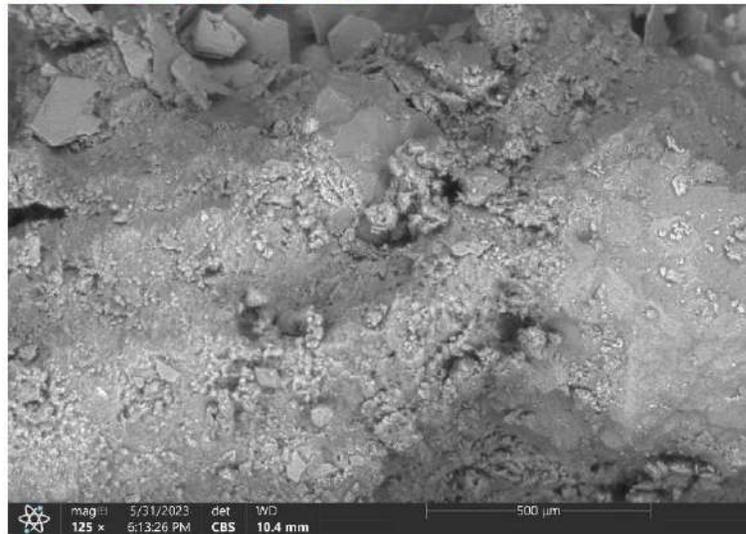


Figura 5. Micrografía de la muestra de “concreto con aceite” a una magnificación de 125x (señal de electrones retrodispersados).

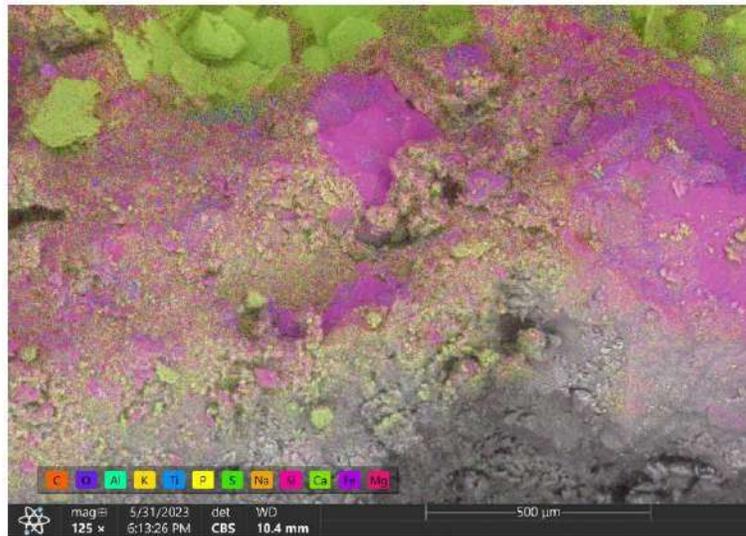


Figura 6. Micrografía de la muestra de “concreto con aceite” a una magnificación de 125x (señal de electrones retrodispersados), superpuesta con los resultados del mapeo EDS.



Figura 7. Micrografía de la muestra de “concreto con aceite” a una magnificación de 300x (señal de electrones retrodispersados).



Figura 8. Micrografía de la muestra de “concreto con aceite” a una magnificación de 300x (señal de electrones retrodispersados), superpuesta con los resultados del mapeo EDS.

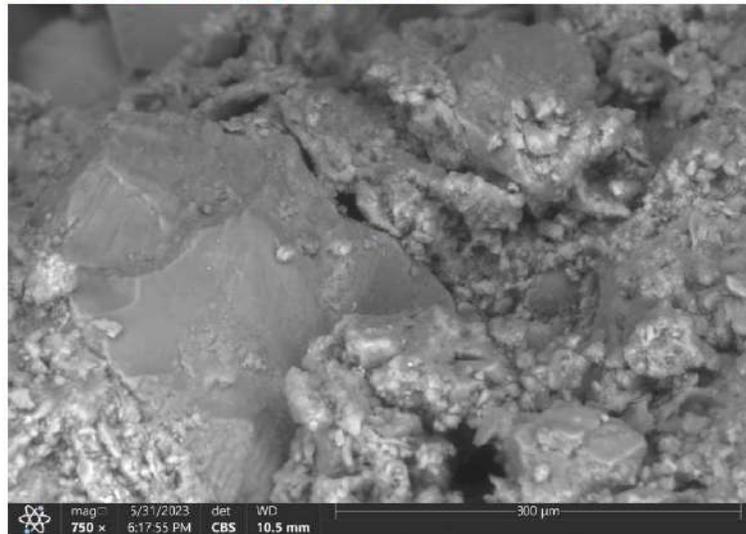


Figura 9. Micrografía de la muestra de “concreto con aceite” a una magnificación de 750x (señal de electrones retrodispersados).

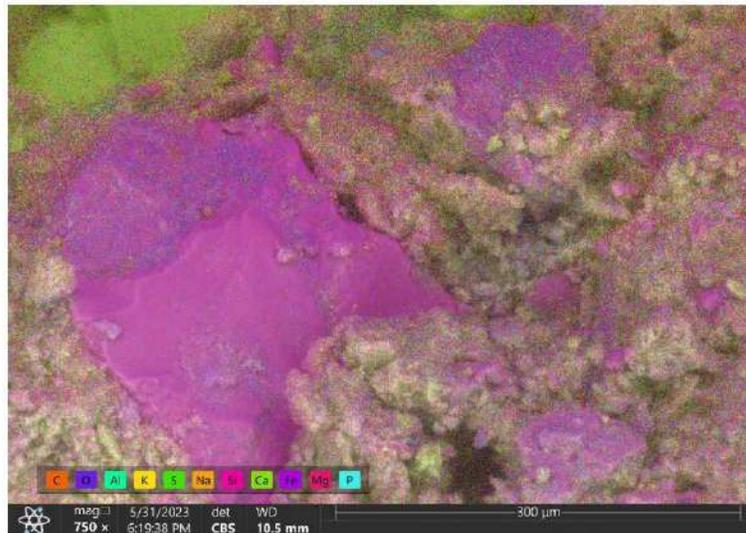


Figura 10. Micrografía de la muestra de “concreto con aceite” a una magnificación de 750x (señal de electrones retrodispersados), superpuesta con los resultados del mapeo EDS.

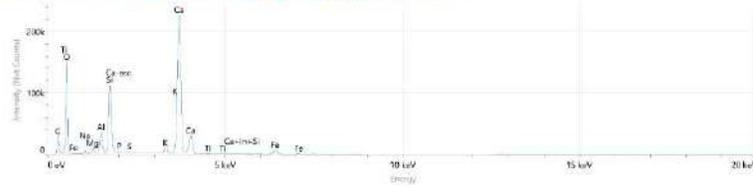


Figura 11. Espectro de EDS para la muestra de "concreto sin aceite" a 125x

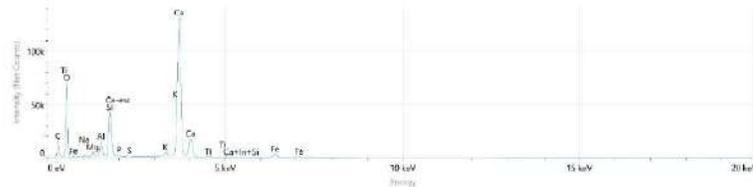


Figura 12. Espectro de EDS para la muestra de "concreto sin aceite" a 750x

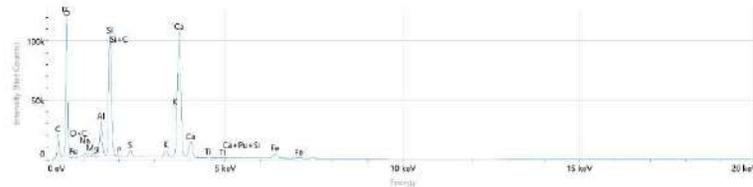


Figura 13. Espectro de EDS para la muestra de "concreto con aceite" a 125x

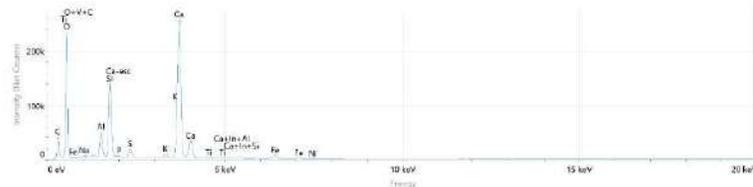


Figura 14. Espectro de EDS para la muestra de "concreto con aceite" a 300x

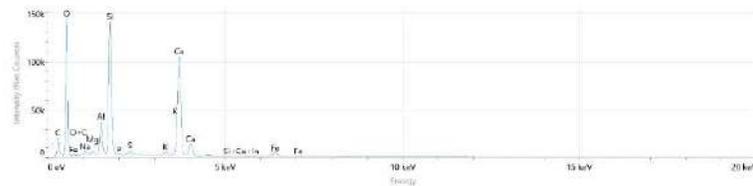


Figura 15. Espectro de EDS para la muestra de "concreto con aceite" a 750x

Tabla 1. Composición química medida por EDS para las imágenes completas.

Elemento químico	"Concreto sin aceite"				"Concreto con aceite"					
	125x		750x		125x		300x		750x	
	at%	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%	wt%
C	14.8	9.4	14.9	9.4	17.0	11.2	15.5	10.2	16.1	10.6
Na	0.6	0.7	0.6	0.7	0.6	0.8	0.3	0.4	0.8	1.0
Mg	0.7	1.0	0.8	1.0	0.4	0.6	--	--	0.4	0.5
P	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2
S	0.1	0.2	0.0	0.1	0.4	0.7	0.5	0.9	0.3	0.6
K	0.3	0.6	0.2	0.5	0.3	0.7	0.2	0.4	0.2	0.4
Ti	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	--	--
Fe	0.4	1.2	0.4	1.0	0.3	1.0	0.3	0.8	0.3	1.0
O	66.4	56.3	66.5	56.0	65.6	57.6	69.3	60.9	66.0	58.0
Al	2.0	2.8	1.7	2.4	2.4	3.6	1.8	2.7	2.5	3.7
Si	5.3	7.8	4.0	5.9	6.8	10.4	4.6	7.1	8.1	12.5
Ca	9.2	19.6	10.7	22.6	6.0	13.2	7.4	16.2	5.2	11.4

IV. CONCLUSIONES

Las muestras se analizaron mediante SEM y EDS. Como resultado de los análisis se observó que las muestras contienen principalmente carbono, calcio, silicio, oxígeno y aluminio, así como cantidades pequeñas (<1 at%) de diversos otros elementos. Entre las diferencias observadas entre las muestras, designadas como "concreto sin aceite" y "concreto con aceite", las más notorias son la naturaleza de los poros o cavidades, y la estructura de las regiones ricas en calcio (posiblemente carbonato de calcio). En particular, la muestra de "concreto con aceite" presenta poros/cavidades de menor tamaño y regiones ricas en calcio con una forma distintiva de hojuelas.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Centro de Caracterización de Materiales



 Dr. Jorge Andrés Guerra Torres
 Jefe

Anexo 12: Panel fotográfico

Análisis de agregados



Fig. 11 Ensayo de granulométrico



Fig. 12 Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.



Fig. 13 Muestra de los agregados colocado en el horno



Fig. 14 Ensayo de Peso específico y Absorción del agregado fino



Fig. 15 Ensayo de Peso específico y Absorción del agregado grueso



Fig. 16 Preparación de la mezcla, adición de UEO a la mezcla y moldeado de muestras.



Fig. 17 Ensayo de asentamiento del concreto fresco



Fig. 18 Ensayo del contenido de aire y temperatura



Fig. 19. Ensayo de resistencia a la compresión y tracción



Fig. 20. Ensayo de resistencia a la flexión y módulo de elasticidad



Fig. 21.Muestras de concreto de forma cilíndrica ensayadas



Fig. 22.Muestras de concreto de tipo viga ensayadas

Anexo 13: Análisis Estadístico: Prueba de hipótesis

Análisis estadístico - Prueba de hipótesis

Resistencia a la compresión del concreto patrón con la adición de aceite de motor usado (UEO)

Prueba de normalidad

H0: Los datos con respecto a la resistencia a la compresión se distribuyen como una normal.

H1: Los datos con respecto a la resistencia a la compresión no se distribuyen como una normal.

Tabla XIV

Prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA_COM PRESION	,130	20	,200 [*]	,914	20	,076

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: Se detalla la significancia de la prueba de normalidad, correspondiente a la resistencia a la compresión del concreto patrón y concretos experimentales.

La tabla XIV muestra el resultado estadístico de Shipiro Wilk que presenta un valor de significancia de 0.076, el cual viene a ser un valor superior a 0.05, lo que significa que no se debe rechazar la hipótesis nula; por lo tanto, se concluye a un 5% de confianza que los datos de la resistencia a compresión se distribuyen como una normal.

Prueba de Homocedasticidad

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2 = \sigma_5^2$$

H1: Al menos una varianza difiere.

Grupo 1: Concreto patrón

Grupo 2: Grupo experimental con la adición de 0.10% de aceite de motor usado (UEO)

Grupo 3: Grupo experimental con la adición de 0.15% de aceite de motor usado (UEO)

Grupo 4: Grupo experimental con la adición de 0.30% de aceite de motor usado (UEO)

Grupo 5: Grupo experimental con la adición de 0.50% de aceite de motor usado (UEO)

Tabla XV

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIA_COMPRESION	Se basa en la media	.586	4	15	.678
	Se basa en la mediana	.544	4	15	.706
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.544	4	10.337	.707
	Se basa en la media recortada	.584	4	15	.679

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. Variable dependiente: RESISTENCIA_COMPRESION

b. Diseño : Intersección + DOSIFICACIÓN

Nota: Se detalla las significancias basadas en la media, mediana, mediana y con gl ajustado y la media recortada, correspondiente a la resistencia a la compresión del concreto patrón y concretos experimentales.

La tabla XV muestra el resultado estadístico de Levene con respecto a la prueba de homocedasticidad que presenta un valor de significancia de 0.678, el cual viene a ser un valor superior a 0.05, lo que significa que no se debe rechazar la hipótesis nula; por lo tanto, se concluye a un 5% de confianza que la varianza de los grupos es igual.

ANOVA

H0: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

H1: Alguna distinta

Tabla XVI

Prueba de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: RESISTENCIA_COMPRESION

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	34885.700 ^a	4	8721.425	698.646	<.001
Intersección	954408.050	1	954408.050	76454.583	<.001
DOSIFICACIÓN	34885.700	4	8721.425	698.646	<.001
Error	187.250	15	12.483		
Total	989481.000	20			
Total corregido	35072.950	19			

a. R al cuadrado = .995 (R al cuadrado ajustada = .993)

Nota: Se detallan las significaciones del modelo corregido, intersección y dosificaciones con respecto a la resistencia a la compresión del concreto.

En la tabla XVI correspondiente a las pruebas de efectos inter-sujetos se observa un valor de significación para la dosificación de 0.001, lo que indica que se debe rechazar la hipótesis nula, esto significa que existe diferencia entre al menos dos de los promedios de los grupos.

Comparaciones múltiples – Ensayo de resistencia a la compresión con la adición de 0.10%, 0.15%, 0.30% y 0.50% de aceite de motor usado (UEO)

Tabla XVII
Comparaciones múltiples análisis Anova

Variable dependiente: RESISTENCIA_COMPRESION
HSD Tukey

(I) DOSIFICACIÓN	(J) DOSIFICACIÓN	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Límite inferior	Límite superior
CONCRETO PATRÓN	0.10% UEO	46.75*	2.498	<.001	39.04	54.46
	0.15% UEO	74.50*	2.498	<.001	66.79	82.21
	0.30% UEO	94.75*	2.498	<.001	87.04	102.46
	0.50% UEO	121.75*	2.498	<.001	114.04	129.46
0.10% UEO	CONCRETO PATRÓN	-46.75*	2.498	<.001	-54.46	-39.04
	0.15% UEO	27.75*	2.498	<.001	20.04	35.46
	0.30% UEO	48.00*	2.498	<.001	40.29	55.71
	0.50% UEO	75.00*	2.498	<.001	67.29	82.71
0.15% UEO	CONCRETO PATRÓN	-74.50*	2.498	<.001	-82.21	-66.79
	0.10% UEO	-27.75*	2.498	<.001	-35.46	-20.04
	0.30% UEO	20.25*	2.498	<.001	12.54	27.96
	0.50% UEO	47.25*	2.498	<.001	39.54	54.96
0.30% UEO	CONCRETO PATRÓN	-94.75*	2.498	<.001	-102.46	-87.04
	0.10% UEO	-48.00*	2.498	<.001	-55.71	-40.29
	0.15% UEO	-20.25*	2.498	<.001	-27.96	-12.54
	0.50% UEO	27.00*	2.498	<.001	19.29	34.71
0.50% UEO	CONCRETO PATRÓN	-121.75*	2.498	<.001	-129.46	-114.04
	0.10% UEO	-75.00*	2.498	<.001	-82.71	-67.29
	0.15% UEO	-47.25*	2.498	<.001	-54.96	-39.54
	0.30% UEO	-27.00*	2.498	<.001	-34.71	-19.29

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 12.483.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Nota: Se detalla las significaciones del concreto patrón y de concretos experimentales para determinar el porcentaje óptimo de adición de aceite de motor usado (UEO).

En la tabla XVII correspondiente al Post Hoc, muestra que existe diferencia significativa entre el grupo patrón y grupo experimental con 0.10%, 0.15%, 0.30% y 0.50% de UEO de los cuales muestran un sig.=0.001 indicando de esta manera que cualquiera de los grupos experimentales puede ser usados ya que tienen igual sig. En ese sentido, el grupo experimental con 0.15% de UEO es el que más se asemeja al concreto patrón verificando que es el más óptimo con una confiabilidad del 95%.

Resistencia a la tracción del concreto patrón con la adición de aceite de motor usado (UEO)

Prueba de normalidad

H0: Los datos con respecto a la resistencia a la tracción se distribuyen como una normal.

H1: Los datos con respecto a la resistencia a la tracción no se distribuyen como una normal.

Tabla XVIII
Prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA_TRACCIÓN	,145	20	,200*	,922	20	,109

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: Se detalla la significancia de la prueba de normalidad, correspondiente a la resistencia a la tracción del concreto patrón y concretos experimentales.

La tabla XVIII muestra el resultado estadístico de Shipiro Wilk que presenta un valor de significancia de 0.109, el cual viene a ser un valor superior a 0.05, lo que significa que no se debe rechazar la hipótesis nula; por lo tanto, se concluye a un 5% de confianza que los datos de la resistencia a compresión se distribuyen como una normal.

Prueba de Homocedasticidad

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2 = \sigma_5^2$$

H1: Al menos una varianza difiere.

Grupo 1: Concreto patrón

Grupo 2: Grupo experimental con la adición de 0.10% de aceite de motor usado (UEO)

Grupo 3: Grupo experimental con la adición de 0.15% de aceite de motor usado (UEO)

Grupo 4: Grupo experimental con la adición de 0.30% de aceite de motor usado (UEO)

Grupo 5: Grupo experimental con la adición de 0.50% de aceite de motor usado (UEO)

Tabla XIX

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIA_TRACCIÓN	Se basa en la media	1.236	4	15	.337
	Se basa en la mediana	.933	4	15	.471
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.933	4	8.977	.487
	Se basa en la media recortada	1.170	4	15	.363

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. Variable dependiente: RESISTENCIA_TRACCION

b. Diseño : Intersección + DOSIFICACIÓN

Nota: Se detalla las significancias basadas en la media, mediana, mediana y con gl ajustado y la media recortada, correspondiente a la resistencia a la tracción del concreto patrón y concretos experimentales.

La tabla XIX muestra el resultado estadístico de Levene con respecto a la prueba de homocedasticidad que presenta un valor de significancia de 0.337, el cual viene a ser un valor superior a 0.05, lo que significa que no se debe rechazar la hipótesis nula; por lo tanto, se concluye a un 5% de confianza que la varianza de los grupos es igual.

ANOVA

H0: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

H1: Alguna distinta

Tabla XX

Prueba de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: RESISTENCIA_TRACCION

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3.101 ^a	4	.775	320.759	<.001
Intersección	54.979	1	54.979	22750.047	<.001
DOSIFICACIÓN	3.101	4	.775	320.759	<.001
Error	.036	15	.002		
Total	58.116	20			
Total corregido	3.137	19			

a. R al cuadrado = .988 (R al cuadrado ajustada = .985)

Nota: Se detallan las significaciones del modelo corregido, intersección y dosificaciones con respecto a la resistencia a la compresión del concreto.

En la tabla XX correspondiente a las pruebas de efectos inter-sujetos se observa un valor de significación para la dosificación de 0.001, lo que indica que se debe rechazar la hipótesis nula, esto significa que existe diferencia entre al menos dos de los promedios de los grupos.

Comparaciones múltiples – Ensayo de resistencia a la tracción con la adición de 0.10%, 0.15%, 0.30% y 0.50% de aceite de motor usado (UEO)

Tabla XXI
Comparaciones múltiples análisis Anova

Variable dependiente: RESISTENCIA_TRACCION
HSD Tukey

(I) DOSIFICACIÓN	(J) DOSIFICACIÓN	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
CONCRETO PATRÓN	0.10% UEO	.2400*	.03476	<.001	.1327	.3473
	0.15% UEO	.4825*	.03476	<.001	.3752	.5898
	0.30% UEO	.8325*	.03476	<.001	.7252	.9398
	0.50% UEO	1.0925*	.03476	<.001	.9852	1.1998
0.10% UEO	CONCRETO PATRÓN	-.2400*	.03476	<.001	-.3473	-.1327
	0.15% UEO	-.2425*	.03476	<.001	-.1352	-.3498
	0.30% UEO	-.5925*	.03476	<.001	-.4852	-.6998
	0.50% UEO	-.8525*	.03476	<.001	-.7452	-.9598
0.15% UEO	CONCRETO PATRÓN	-.4825*	.03476	<.001	-.5898	-.3752
	0.10% UEO	-.2425*	.03476	<.001	-.3498	-.1352
	0.30% UEO	-.3500*	.03476	<.001	-.2427	-.4573
	0.50% UEO	-.6100*	.03476	<.001	-.5027	-.7173
0.30% UEO	CONCRETO PATRÓN	-.8325*	.03476	<.001	-.9398	-.7252
	0.10% UEO	-.5925*	.03476	<.001	-.6998	-.4852
	0.15% UEO	-.3500*	.03476	<.001	-.4573	-.2427
	0.50% UEO	-.2600*	.03476	<.001	-.1527	-.3673
0.50% UEO	CONCRETO PATRÓN	-1.0925*	.03476	<.001	-1.1998	-.9852
	0.10% UEO	-.8525*	.03476	<.001	-.9598	-.7452
	0.15% UEO	-.6100*	.03476	<.001	-.7173	-.5027
	0.30% UEO	-.2600*	.03476	<.001	-.3673	-.1527

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = .002.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Nota: Se detalla las significaciones del concreto patrón y de concretos experimentales para determinar el porcentaje óptimo de adición de aceite de motor usado (UEO).

En la tabla XXI correspondiente al Post Hoc, muestra que existe diferencia significativa entre el grupo patrón y grupo experimental con 0.10%, 0.15%, 0.30% y 0.50% de UEO de los cuales muestran un sig.=0.001 indicando de esta manera que cualquiera de los grupos experimentales puede ser usados ya que tienen igual sig. En ese sentido, el grupo experimental con 0.15% de UEO es el que más se asemeja al concreto patrón verificando que es el más óptimo con una confiabilidad del 95%.

Resistencia a la flexión del concreto patrón con la adición de aceite de motor usado (UEO)

Prueba de normalidad

H0: Los datos con respecto a la resistencia a la flexión se distribuyen como una normal.

H1: Los datos con respecto a la resistencia a la flexión no se distribuyen como una normal.

Tabla XXII
Prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA_FLEXIÓN	,091	20	,200*	,966	20	,671

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: Se detalla la significancia de la prueba de normalidad, correspondiente a la resistencia a la flexión del concreto patrón y concretos experimentales.

La tabla XXII muestra el resultado estadístico de Shipiro Wilk, que presenta un valor de significancia de 0.671, el cual viene a ser un valor superior a 0.05, lo que significa que no se debe rechazar la hipótesis nula; por lo tanto, se concluye a un 5% de confianza que los datos de la resistencia a la flexión se distribuyen como una normal.

Prueba de Homocedasticidad

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2 = \sigma_5^2$$

H1: Al menos una varianza difiere.

Grupo 1: Concreto patrón

Grupo 2: Grupo experimental con la adición de 0.10% de aceite de motor usado (UEO)

Grupo 3: Grupo experimental con la adición de 0.15% de aceite de motor usado (UEO)

Grupo 4: Grupo experimental con la adición de 0.30% de aceite de motor usado (UEO)

Grupo 5: Grupo experimental con la adición de 0.50% de aceite de motor usado (UEO)

Tabla XXIII

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIA_FLEXIÓN	Se basa en la media	1.567	4	15	.234
	Se basa en la mediana	1.467	4	15	.261
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.467	4	10.829	.279
	Se basa en la media recortada	1.538	4	15	.242

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. Variable dependiente: RESISTENCIA_FLEXION

b. Diseño : Intersección + DOSIFICACIÓN

Nota: Se detalla las significancias basadas en la media, mediana, mediana y con gl ajustado y la media recortada, correspondiente a la resistencia a la flexión del concreto patrón y concretos experimentales.

La tabla XXIII muestra el resultado estadístico de Levene con respecto a la prueba de homocedasticidad que presenta un valor de significancia de 0.234, el cual viene a ser un valor superior a 0.05, lo que significa que no se debe rechazar la hipótesis nula; por lo tanto, se concluye a un 5% de confianza que la varianza de los grupos es igual.

ANOVA

H0: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

H1: Alguna distinta

Tabla XXIV
Prueba de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: RESISTENCIA_FLEXION

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	10.718 ^a	4	2.680	71.428	<.001
Intersección	546.535	1	546.535	14568.443	<.001
DOSIFICACIÓN	10.718	4	2.680	71.428	<.001
Error	.563	15	.038		
Total	557.816	20			
Total corregido	11.281	19			

a. R al cuadrado = .950 (R al cuadrado ajustada = .937)

Nota: Se detallan las significaciones del modelo corregido, intersección y dosificaciones con respecto a la resistencia a la flexión del concreto.

En la tabla XXIV correspondiente a las pruebas de efectos inter-sujetos se observa un valor de significación para la dosificación de 0.001, lo que indica que se debe rechazar la hipótesis nula, esto significa que existe diferencia entre al menos dos de los promedios de los grupos.

Comparaciones múltiples – Ensayo de resistencia a la flexión con la adición de 0.10%, 0.15%, 0.30% y 0.50% de aceite de motor usado (UEO)

Tabla XXV
Comparaciones múltiples análisis Anova

Variable dependiente: RESISTENCIA_FLEXION
HSD Tukey

(I) DOSIFICACIÓN	(J) DOSIFICACIÓN	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
CONCRETO PATRÓN	0.10% UEO	.5950*	.13696	.004	.1721	1.0179
	0.15% UEO	1.0700*	.13696	<.001	.6471	1.4929
	0.30% UEO	1.5525*	.13696	<.001	1.1296	1.9754
	0.50% UEO	2.1075*	.13696	<.001	1.6846	2.5304
0.10% UEO	CONCRETO PATRÓN	-.5950*	.13696	.004	-1.0179	-.1721
	0.15% UEO	.4750*	.13696	.024	.0521	.8979
	0.30% UEO	.9575*	.13696	<.001	.5346	1.3804
	0.50% UEO	1.5125*	.13696	<.001	1.0896	1.9354
0.15% UEO	CONCRETO PATRÓN	-1.0700*	.13696	<.001	-1.4929	-.6471
	0.10% UEO	-.4750*	.13696	.024	-.8979	-.0521
	0.30% UEO	.4825*	.13696	.022	.0596	.9054
	0.50% UEO	1.0375*	.13696	<.001	.6146	1.4604
0.30% UEO	CONCRETO PATRÓN	-1.5525*	.13696	<.001	-1.9754	-1.1296
	0.10% UEO	-.9575*	.13696	<.001	-1.3804	-.5346
	0.15% UEO	-.4825*	.13696	.022	-.9054	-.0596
	0.50% UEO	.5550*	.13696	.008	.1321	.9779
0.50% UEO	CONCRETO PATRÓN	-2.1075*	.13696	<.001	-2.5304	-1.6846
	0.10% UEO	-1.5125*	.13696	<.001	-1.9354	-1.0896
	0.15% UEO	-1.0375*	.13696	<.001	-1.4604	-.6146
	0.30% UEO	-.5550*	.13696	.008	-.9779	-.1321

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = .038.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Nota: Se detalla las significaciones del concreto patrón y de concretos experimentales para determinar el porcentaje óptimo de adición de aceite de motor usado (UEO).

En la tabla XXV correspondiente al Post Hoc, muestra que existe diferencia significativa entre el grupo patrón y grupo experimental con 0.10%, 0.15%, 0.30% y 0.50% de UEO de los cuales muestran un sig.=0.004, 0.001, 0.001, 0.001 respectivamente indicando de esta manera que cualquiera de los grupos experimentales puede ser usados ya que tienen igual sig. En ese sentido, el grupo experimental con 0.10% de UEO es el que más se asemeja al concreto patrón verificando que es el más óptimo con una confiabilidad del 95%.

Módulo elástico del concreto patrón con la adición de aceite de motor usado (UEO)

Prueba de normalidad

H0: Los datos con respecto al módulo de elasticidad se distribuyen como una normal.

H1: Los datos con respecto al módulo de elasticidad no se distribuyen como una normal.

Tabla XXVI
Prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MODULO_ELASTICO	,120	20	,200*	,964	20	,632

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: Se detalla la significancia de la prueba de normalidad, correspondiente al módulo de elasticidad del concreto patrón y concretos experimentales.

La tabla XXVI muestra el resultado estadístico de Shipiro Wilk que presenta un valor de significancia de 0.632, el cual viene a ser un valor superior a 0.05, lo que significa que no se debe rechazar la hipótesis nula; por lo tanto, se concluye a un 5% de confianza que los datos del módulo de elasticidad se distribuyen como una normal.

Prueba de Homocedasticidad

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2 = \sigma_5^2$$

H1: Al menos una varianza difiere.

Grupo 1: Concreto patrón

Grupo 2: Grupo experimental con la adición de 0.10% de aceite de motor usado (UEO)

Grupo 3: Grupo experimental con la adición de 0.15% de aceite de motor usado (UEO)

Grupo 4: Grupo experimental con la adición de 0.30% de aceite de motor usado (UEO)

Grupo 5: Grupo experimental con la adición de 0.50% de aceite de motor usado (UEO)

Tabla XXVII

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
MODULO_ELASTICIDAD	Se basa en la media	1.454	4	15	.265
	Se basa en la mediana	1.393	4	15	.284
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.393	4	5.709	.345
	Se basa en la media recortada	1.461	4	15	.263

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. Variable dependiente: MODULO_ELASTICO

b. Diseño : Intersección + DOSIFICACIÓN

Nota: Se detalla las significancias basadas en la media, mediana, mediana y con gl ajustado y la media recortada, correspondiente al módulo de elasticidad del concreto patrón y concretos experimentales.

La tabla XXVII muestra el resultado estadístico de Levene con respecto a la prueba de homocedasticidad que presenta un valor de significancia de 0.265, el cual viene a ser un valor superior a 0.05, lo que significa que no se debe rechazar la hipótesis nula; por lo tanto, se concluye a un 5% de confianza que la varianza de los grupos es igual.

ANOVA

H0: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

H1: Alguna distinta

Tabla XXVIII
Prueba de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: MODULO_ELASTICO

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	10152156878 ^a	4	2538039219,5	72.111	<.001
Intersección	3,802E+11	1	3,802E+11	10802.353	<.001
DOSIFICACIÓN	10152156878	4	2538039219,5	72.111	<.001
Error	527945866,75	15	35196391.117		
Total	3,909E+11	20			
Total corregido	10680102745	19			

a. R al cuadrado = .951 (R al cuadrado ajustada = .937)

Nota: Se detallan las significaciones del modelo corregido, intersección y dosificaciones con respecto al módulo de elasticidad del concreto.

En la tabla XXVIII correspondiente a las pruebas de efectos inter-sujetos se observa un valor de significación para la dosificación de 0.001, lo que indica que se debe rechazar la hipótesis nula, esto significa que existe diferencia entre al menos dos de los promedios de los grupos.

Comparaciones múltiples – Ensayo del módulo elástico con la adición de 0.10%, 0.15%, 0.30% y 0.50% de aceite de motor usado (UEO)

Tabla XXIX
Comparaciones múltiples análisis Anova

Variable dependiente: MODULO_ELASTICO
HSD Tukey

(I) DOSIFICACIÓN	(J) DOSIFICACIÓN	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
CONCRETO PATRÓN	0.10% UEO	15967.00*	4195.020	.013	3013.09	28920.91
	0.15% UEO	33668.75*	4195.020	<.001	20714.84	46622.66
	0.30% UEO	47320.00*	4195.020	<.001	34366.09	60273.91
	0.50% UEO	63932.00*	4195.020	<.001	50978.09	76885.91
0.10% UEO	CONCRETO PATRÓN	-15967.00*	4195.020	.013	-28920.91	-3013.09
	0.15% UEO	17701.75*	4195.020	.006	4747.84	30655.66
	0.30% UEO	31353.00*	4195.020	<.001	18399.09	44306.91
	0.50% UEO	47965.00*	4195.020	<.001	35011.09	60918.91
0.15% UEO	CONCRETO PATRÓN	-33668.75*	4195.020	<.001	-46622.66	-20714.84
	0.10% UEO	-17701.75*	4195.020	.006	-30655.66	-4747.84
	0.30% UEO	13651.25*	4195.020	.037	697.34	26605.16
	0.50% UEO	30263.25*	4195.020	<.001	17309.34	43217.16
0.30% UEO	CONCRETO PATRÓN	-47320.00*	4195.020	<.001	-60273.91	-34366.09
	0.10% UEO	-31353.00*	4195.020	<.001	-44306.91	-18399.09
	0.15% UEO	-13651.25*	4195.020	.037	-26605.16	-697.34
	0.50% UEO	16612.00*	4195.020	.009	3658.09	29565.91
0.50% UEO	CONCRETO PATRÓN	-63932.00*	4195.020	<.001	-76885.91	-50978.09
	0.10% UEO	-47965.00*	4195.020	<.001	-60918.91	-35011.09
	0.15% UEO	-30263.25*	4195.020	<.001	-43217.16	-17309.34
	0.30% UEO	-16612.00*	4195.020	.009	-29565.91	-3658.09

Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática(Error) = 35196391.117.
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Nota: Se detalla las significaciones del concreto patrón y de concretos experimentales para determinar el porcentaje óptimo de adición de aceite de motor usado (UEO).

En la tabla XXIX correspondiente al Post Hoc, muestra que existe diferencia significativa entre el grupo patrón y grupo experimental con 0.10%, 0.15%, 0.30% y 0.50% de UEO de los cuales muestra un sig.=0.013, 0.001, 0.001, 0.001 respectivamente indicando de esta manera que el grupo experimental 0.15% de UEO genera mayor incidencia significativa verificando que es el más óptimo con una confiabilidad del 95%.

Anexo 14: Análisis Estadístico: Alfa de Cronbach

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO

Estadísticas de fiabilidad

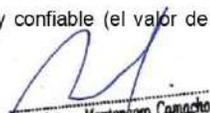
Alfa de Cronbach	N de elementos
,893	4

	F ^c 210 kg/cm ² + UEO	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
R_COMPRESIÓN		,879	,897
R_FLEXIÓN	Mecánicas	,864	,894
R_TRACCIÓN		,880	,885
M_ELASTICIDAD		,875	,896
M_Electrónica_Barrido_(SEM)	Microestructural	,882	,889
Espectroscopía_Rayos X_(EDS)		,878	,897

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		1125.321	4	281.330		
Intra sujetos	Entre elementos	1364430.421	26	52478.093	1739.400	<.001
	Residuo	3137.703	104	30.170		
	Total	1367568.123	130	10519.755		
Total		1368693.444	134	10214.130		

En las tablas se evidencia que, el instrumento sobre los Efectos de la Adición del Aceite de Motor Usado sobre las Propiedades Físicas, Mecánicas y Microestructurales del Concreto es válido (correlaciones de Pearson superan el valor de 0.30 y el valor de la prueba de análisis de varianza es altamente significativo $p < 0.01$) y confiable (el valor de consistencia Alfa de Cronbach es mayor a 0.80).


Luis Arturo Montenegro Camacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 MG. INVESTIGACIÓN
 DR. EDUCACIÓN
 COESPE 202

Anexo 15: Análisis Estadístico: Aiken

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD POR 5 JUECES EXPERTOS

INSTRUMENTO SOBRE MÉTODO DE ENSAYO PARA LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA ADICIÓN DEL ACEITE DE MOTOR USADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO

CLARIDAD						
JUEZ	Mecánicas			Microestructural		
	Resistencia a la Compresión	Resistencia a la Flexión	Resistencia a la Tracción	Módulo Elástico	Microscopía electrónica de barrido (SEM)	Espectroscopia de rayos X (EDS)
JUEZ 01	1	1	0	1	1	1
JUEZ 02	1	1	1	0	1	1
JUEZ 03	1	1	1	1	1	1
JUEZ 04	1	1	0	1	1	1
JUEZ 05	1	1	1	1	1	1

$$V = \frac{S}{n(c-1)}$$

S = Suma de valoración de todos los expertos por ítems.

n= Numero de expertos que participaron en el estudio.

c= Numero de niveles de la escala de valoración utilizada.

	Mecánicas			Microestructural		
	Resistencia a la Compresión	Resistencia a la Flexión	Resistencia a la Tracción	Módulo Elástico	Microscopía electrónica de barrido (SEM)	Espectroscopia de rayos X (EDS)
(S)	5	5	3	4	5	5
(N)	5					
(C)	2					
V de Aiken por ensayo	1	1	1	1	1	1

CLARIDAD

V de Aiken por criterio	0.90
-------------------------	------

CONTEXTO						
JUEZ	Mecánicas			Microestructural		
	Resistencia a la Compresión	Resistencia a la Flexión	Resistencia a la Tracción	Módulo Elástico	Microscopía electrónica de barrido (SEM)	Espectroscopia de rayos X (EDS)
JUEZ 01	1	1	1	0	1	1
JUEZ 02	1	1	1	1	1	1
JUEZ 03	1	1	1	1	0	1
JUEZ 04	1	1	1	1	1	1
JUEZ 05	1	1	1	1	1	1

	Mecánicas			Microestructural		
	Resistencia a la Compresión	Resistencia a la Flexión	Resistencia a la Tracción	Módulo Elástico	Microscopía electrónica de barrido (SEM)	Espectroscopia de rayos X (EDS)
(S)	5	5	5	4	4	5
(N)	5					
(C)	2					
V de Aiken por ensayo	1	1	1	1	1	1

CONTEXTO

V de Aiken por criterio 0.93

CONGRUENCIA

JUEZ	Mecánicas			Microestructural		
	Resistencia a la Compresión	Resistencia a la Flexión	Resistencia a la Tracción	Módulo Elástico	Microscopía electrónica de barrido (SEM)	Espectroscopia de rayos X (EDS)
JUEZ 01	1	1	1	1	0	1
JUEZ 02	1	1	1	1	1	1
JUEZ 03	1	1	0	1	1	1
JUEZ 04	1	0	1	1	1	1
JUEZ 05	1	1	0	1	1	1

	Mecánicas			Microestructural		
	Resistencia a la Compresión	Resistencia a la Flexión	Resistencia a la Tracción	Módulo Elástico	Microscopía electrónica de barrido (SEM)	Espectroscopia de rayos X (EDS)
(S)	5	4	3	5	4	5
(N)	5					
(C)	2					
V de Aiken por ensayo	1	1	1	1	1	1

CONGRUENCIA

V de Aiken por criterio 0.87

DOMINIO DEL CONSTRUCTO

JUEZ	Mecánicas			Microestructural		
	Resistencia a la Compresión	Resistencia a la Flexión	Resistencia a la Tracción	Módulo Elástico	Microscopía electrónica de barrido (SEM)	Espectroscopia de rayos X (EDS)
JUEZ 01	1	0	1	1	1	1
JUEZ 02	1	1	0	1	1	1
JUEZ 03	1	1	1	1	1	1
JUEZ 04	1	1	1	0	1	1
JUEZ 05	1	1	1	1	1	1

	Mecánicas			Microestructural		
	Resistencia a la Compresión	Resistencia a la Flexión	Resistencia a la Tracción	Módulo Elástico	Microscopía electrónica de barrido (SEM)	Espectroscopia de rayos X (EDS)
(S)	5	4	4	4	5	5
(N)	5					
(C)	2					
V de Aiken por ensayo	1	1	1	1	1	1

DOMINIO DEL CONSTRUCTO

V de Aiken por criterio	0.90
-------------------------	-------------

V de Aiken del cuestionario	0.90
-----------------------------	-------------

En las Tablas se observa que el instrumento utilizado para la investigación sobre los Efectos de la Adición del Aceite de Motor Usado sobre las Propiedades Físicas, Mecánicas y Microestructurales del Concreto es válido (este coeficiente puede obtener valores de 0 a 1, a medida que va aumentando el valor de computado, el ítem tendrá una mayor validez de contenido)


 Luis Arturo Montenegro Camacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 MG. INVESTIGACIÓN
 DEL EDUCACIÓN
 COESPE 262

Anexo 16: Validez y Confiabilidad por 5 jueces expertos

Colegiatura N° 179595

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
AREVALO SOLAS JOSE LUIS	Ing. Civil	Ensayos mecánicos: R. Compresión, Flexión, Tracción y M. de elasticidad. Ensayos microestructurales: Microscopía electrónica de barrido (SEM) y Espectroscopía de rayos X (EDS)	Rojales Arce Amilkar Smith Segundo
Título de la Investigación: Efectos de la Adición del Aceite de Motor Usado sobre las Propiedades Físicas, Mecánicas y Microestructurales del Concreto			

II. Aspectos de validación de cada Item

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Mecánicas		
R. Compresión	A	Conforme
R. Flexión	A	Conforme
R. Tracción	A	Conforme
Módulo de elasticidad.	A	Conforme
Microestructural		
Microscopía electrónica de barrido (SEM)	A	Conforme
Espectroscopía de rayos X (EDS)	A	Conforme.

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Items	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	Mecánicas								
1	R. Compresión	α		α		α		α	
2	R. Flexión	α		α		α		α	
3	R. Tracción	α		α		α		α	
4	Módulo de elasticidad.	α		α		α		α	
	Microestructural								
5	Microscopía electrónica de barrido (SEM)	α		α		α		α	
6	Espectroscopía de rayos X (EDS)	α		α		α		α	

Observaciones: (Precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (α)

Aplicable después de corregir ()

No Aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: AREVALO SALAS JOSE LUIS

Especialidad: Ingeniería Civil


AREVALO SALAS JOSE LUIS
INGENIERO CIVIL
REG.CIP.320589

Juez Experto

Colegiatura N° 203275

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
DELGADO LOZADA VICTOR E.	ING. CIVIL	Ensayos mecánicos: R. Compresión, Flexión, Tracción y M. de elasticidad. Ensayos microestructurales: Microscopía electrónica de barrido (SEM) y Espectroscopía de rayos X (EDS)	Rojales Arce Amilkar Smith Segundo
Título de la Investigación: Efectos de la Adición del Aceite de Motor Usado sobre las Propiedades Físicas, Mecánicas y Microestructurales del Concreto			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Mecánicas		
R. Compresión	A	conforme
R. Flexión	A	conforme
R. Tracción	A	conforme
Módulo de elasticidad.	A	conforme
Microestructural		
Microscopía electrónica de barrido (SEM)	A	conforme
Espectroscopía de rayos X (EDS)	A	conforme

III. **Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	Mecánicas								
1	R. Compresión	X		X		X		X	
2	R. Flexión	X		X		X		X	
3	R. Tracción	X		X		X		X	
4	Módulo de elasticidad.	X		X		X		X	
	Microestructural								
5	Microscopía electrónica de barrido (SEM)	X		X		X		X	
6	Espectroscopía de rayos X (EDS)	X		X		X		X	

Observaciones: (Precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X)

Aplicable después de corregir ()

No Aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: DELGADO LOZADA VICTOR E.

Especialidad: ING. CIVIL



VICTOR EDGARDO
DELGADO LOZADA
Ingeniero Civil
CIP N° 283275

Juez Experto

Colegiatura N° 336444

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
ROJAS MEGO MIRIAN SOLEDA	INGENIERA CIVIL AMBIENTAL	Ensayos mecánicos: R. Compresión, Flexión, Tracción y M. de elasticidad. Ensayos microestructurales: Microscopía electrónica de barrido (SEM) y Espectroscopía de rayos X (EDS)	Rojales Arce Amilkar Smith Segundo
Título de la Investigación: Efectos de la Adición del Aceite de Motor Usado sobre las Propiedades Físicas, Mecánicas y Microestructurales del Concreto			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Mecánicas		
R. Compresión	A	CONFORME
R. Flexión	A	CONFORME
R. Tracción	A	CONFORME
Módulo de elasticidad.	A	CONFORME
Microestructural	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Microscopía electrónica de barrido (SEM)	A	CONFORME
Espectroscopía de rayos X (EDS)	A	CONFORME

III. **Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

	Dimensiones/Items	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	Mecánicas								
1	R. Compresión	X		X		X		X	
2	R. Flexión	X		X		X		X	
3	R. Tracción	X		X		X		X	
4	Módulo de elasticidad.	X		X		X		X	
	Microestructural								
5	Microscopía electrónica de barrido (SEM)	X		X		X		X	
6	Espectroscopía de rayos X (EDS)	X		X		X		X	

Observaciones: (Precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable (x)**

Aplicable después de corregir ()

No Aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: **ROJAS MEGO MIRIAN SOLEDAD**

Especialidad: **INGENIERA CIVIL AMBIENTAL**


MIRIAN SOLEDAD ROJAS MEGO
INGENIERA CIVIL AMBIENTAL
REG. CIR 336444
Juez Experto

Colegiatura N° 21132

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del Informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del Instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
ATTO VALLES, JEAN FRANCO	INGENIERO CIVIL	Ensayos mecánicos: R. Compresión, Flexión, Tracción y M. de elasticidad. Ensayos microestructurales: Microscopía electrónica de barrido (SEM) y Espectroscopía de rayos X (EDS)	Rojales Arce Amilkar Smith Segundo
Título de la Investigación: Efectos de la Adición del Aceite de Motor Usado sobre las Propiedades Físicas, Mecánicas y Microestructurales del Concreto			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Mecánicas		
R. Compresión	A	CONFORME
R. Flexión	A	CONFORME
K. Tracción	A	CONFORME
Módulo de elasticidad.	A	CONFORME
Microestructural	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Microscopía electrónica de barrido (SEM)	A	CONFORME
Espectroscopía de rayos X (EDS)	A	CONFORME

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/tems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	Mecánicas								
1	R. Compresión	X		X		X		X	
2	R. Flexión	X		X		X		X	
3	R. Tracción	X		X		X		X	
4	Módulo de elasticidad.	X		X		X		X	
	Microestructural								
5	Microscopía electrónica de barrido (SEM)	X		X		X		X	
6	Espectroscopía de rayos X (EDS)	X		X		X		X	

Observaciones: (Precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X)

Aplicable después de corregir ()

No Aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad:


ATTO VALLES JEAN FRANCO
INGENIERO CIVIL
REG.CIP. 211132
 Juez Experto

Colegiatura N° 332853

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Suarez Quintana Jose Manuel	Ing. Civil	Ensayos mecánicos: R. Compresión, Flexión, Tracción y M. de elasticidad. Ensayos microestructurales: Microscopía electrónica de barrido (SEM) y Espectroscopía de rayos X (EDS)	Rojales Arce Amilkar Smith Segundo
Título de la Investigación: Efectos de la Adición del Aceite de Motor Usado sobre las Propiedades Físicas, Mecánicas y Microestructurales del Concreto			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Mecánicas		
R. Compresión	A	CONFORME
R. Flexión	A	CONFORME
R. Tracción	A	CONFORME
Módulo de elasticidad.	A	CONFORME
Microestructural		
Microscopía electrónica de barrido (SEM)	A	CONFORME
Espectroscopía de rayos X (EDS)	A	CONFORME

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Items	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	Mecánicas								
1	R. Compresión	X		X		X		X	
2	R. Flexión	X		X		X		X	
3	R. Tracción	X		X		X		X	
4	Módulo de elasticidad.	X		X		X		X	
	Microestructural								
5	Microscopía electrónica de barrido (SEM)	X		X		X		X	
6	Espectroscopía de rayos X (EDS)	X		X		X		X	

Observaciones: (Precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X)

Aplicable después de corregir ()

No Aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: Suarez Quintana Jose Manuel

Especialidad: INGENIERO CIVIL



JOSE MANUEL SUAREZ QUINTANA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 332853

Juez Experto

Anexo 17: Certificado de calibración de equipos



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	1912-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Capacidad Máxima	30000 g	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	1 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	
Modelo	R31P30	
Número de Serie	8336460679	
Capacidad mínima	20 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2023-03-01	

Fecha de Emisión

2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología


JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C
Humedad Relativa	51%	51%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud: M1)	1158-MPES-C-2022
PESATEC	JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	1159-MPES-C-2022
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0938-001-22
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2022

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (***) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

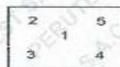
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura Inicial Final
26.4 °C 26.4 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	15,000	600	-100	30,000	200	300	
2	15,000	500	0	30,000	500	0	
3	15,001	700	800	30,000	500	0	
4	15,000	500	0	29,999	200	-700	
5	15,000	600	-100	30,000	500	0	
6	15,000	500	0	30,001	700	800	
7	15,000	500	0	30,000	500	0	
8	15,000	200	300	30,000	800	-300	
9	14,999	300	-800	29,999	300	-800	
10	15,000	500	0	30,000	500	0	
Diferencia Máxima			1,600	Diferencia Máxima			1,600
Error Máximo Permissible			± 3,000	Error Máximo Permissible			± 3,000

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición
de las
cargas

Temperatura Inicial Final
26.4 °C 26.4 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		10	500	0		10,001	800	700	700
2		10	400	100		10,000	500	0	-100
3	10 g	10	500	0	10,000	10,000	400	100	100
4		10	400	100		9,999	200	-700	-800
5		10	500	0		10,000	500	0	0
Error máximo permisible									± 3,000

* Valor entre 0 y 10e



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
10	10	500	0						
20	20	400	100	100	20	500	0	0	1,000
100	100	500	0	0	100	500	0	0	1,000
500	500	400	100	100	500	400	100	100	2,000
1,000	1,000	500	0	0	1,000	500	0	0	2,000
5,000	5,000	400	100	100	5,000	400	100	100	3,000
10,000	10,000	600	-100	-100	10,000	500	0	0	3,000
15,000	15,000	500	0	0	15,000	500	0	0	3,000
20,000	20,000	600	-100	-100	20,000	600	-100	-100	3,000
25,000	25,000	500	0	0	25,000	500	0	0	3,000
30,000	30,000	600	-100	-100	30,000	600	-100	-100	3,000

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.3787222 \text{ g}^2 + 0.0000000237 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000032 R$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



☎ 913 028 621 / 913 028 622

☎ 913 028 623 / 913 028 624

🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima

✉ ventas@perutest.com.pe

🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Página 1 de 4

1. Expediente	1912-2023
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	200 kg
División de escala (d)	0.05 kg
Div. de verificación (e)	0.05 kg
Clase de exactitud	III
Marca	OPALUX
Modelo	N.I
Número de Serie	N.I
Capacidad mínima	1.0 kg
Procedencia	CHINA
Identificación	LM-0112
5. Fecha de Calibración	2023-03-01

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



Fecha de Emisión

2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.4	26.4
Humedad Relativa	51%	51%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0938-001-22
TOTAL WEIGHT	JUEGO DE PESAS DE 20 KG (Clase de Exactitud: M2)	CM-4187-2022
PESATEC	PESA 10 KG (Clase de Exactitud: M1)	1158-MPES-C-2022
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2022

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lofe 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26.4	26.4

Medición N°	Carga L1 = 100.00 kg			Carga L2 = 200.00 kg		
	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)
1	100.00	20	5	200.05	30	45
2	100.05	10	65	200.05	35	40
3	100.05	10	65	200.05	30	45
4	100.00	20	5	200.05	20	55
5	100.00	25	0	200.00	15	10
6	100.05	15	60	200.00	20	5
7	100.05	20	55	200.05	30	45
8	100.00	15	10	200.05	35	40
9	100.00	30	-5	200.05	35	40
10	100.00	30	-5	200.05	35	40
	Diferencia Máxima 70			Diferencia Máxima 50		
	Error Máximo Permisible 150.0			Error Máximo Permisible 150.0		

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de
las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	21.1	21.2

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (kg)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (kg)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1		0.50	20	5		70.00	30	-5	-10
2		0.50	20	5		70.00	25	0	-5
3	0.50	0.50	25	0	70.00	70.00	30	-5	-5
4		0.50	20	5		70.00	30	-5	-10
5		0.50	25	0		70.00	25	0	0
	Error máximo permisible								100.0

* Valor entre 0 y 10e



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.7 °C	26.7 °C

Carga L (kg)	CRECIENTES			Ec (g)	DECRECIENTES				e.m.p ** (± g)
	l (kg)	ΔL (g)	E (g)		l (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0.50	0.50	20	5						
1.00	1.00	25	0	-5	1.00	20	5	0	50
5.00	5.00	20	5	0	5.00	25	0	-5	50
10.00	10.00	20	5	0	10.00	30	-5	-10	50
20.00	20.00	30	-5	-10	20.00	20	5	0	50
50.00	50.00	35	-10	-15	50.00	15	10	5	100
80.00	80.00	30	-5	-10	80.00	20	5	0	100
100.00	100.00	30	-5	-10	100.05	35	40	35	150
140.00	140.00	20	5	0	140.05	40	35	30	150
160.00	160.05	40	35	30	160.05	35	40	35	150
200.00	200.05	35	40	35	200.05	35	40	35	150

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.001560 \text{ kg}^2 + 0.00000000458 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0001233 \text{ R}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	1912-2023
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	2000 g
División de escala (d)	0.01 g
Div. de verificación (e)	0.1 g
Clase de exactitud	III
Marca	AMPUT
Modelo	457
Número de Serie	NO INDICA
Capacidad mínima	0.2 g
Procedencia	NO INDICA
Identificación	NO INDICA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2023-03-01

Fecha de Emisión

2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.5 °C	26.5 °C
Humedad Relativa	53%	55%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
📍 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

Medición N°	Carga L1 = 1,000 g			Carga L2 = 2,000 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	1000.00	5	0	2000.00	5	0	
2	1000.00	4	1	2000.01	8	7	
3	1000.01	8	7	2000.00	3	2	
4	1000.00	5	0	2000.00	6	-1	
5	1000.00	6	-1	2000.00	2	3	
6	1000.01	9	6	2000.00	5	0	
7	1000.00	4	1	2000.00	4	1	
8	1000.00	5	0	2000.00	6	-1	
9	1000.00	6	-1	2000.01	8	7	
10	1000.00	4	1	2000.00	6	-1	
Diferencia Máxima			8	Diferencia Máxima			8
Error Máximo Permisible			200	Error Máximo Permisible			300

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	0.10	0.10	5	0	1000.00	1000.00	5	0	0
2		0.11	8	7		1000.00	4	1	-6
3		0.10	6	-1		1000.00	6	-1	0
4		0.10	5	0		1000.00	5	0	0
5		0.10	6	-1		1000.01	8	7	8
* Valor entre 0 y 10g						Error máximo permisible			200

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
📌 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0.10	0.10	6	-1						
0.20	0.20	5	0	1	0.20	5	0	1	100
10.00	10.00	6	-1	0	10.00	5	0	1	100
100.00	100.00	7	-2	-1	100.00	4	1	2	100
500.00	500.00	6	-1	0	500.00	5	0	1	200
800.00	800.00	5	0	1	800.00	6	-1	0	200
1000.00	1000.00	6	-1	0	1000.00	7	-2	-1	200
1200.00	1200.00	6	-1	0	1200.00	2	3	4	200
1500.00	1500.00	4	1	2	1500.00	3	2	3	200
1800.00	1800.01	8	7	8	1800.00	3	2	3	200
2000.00	2000.01	8	7	8	2000.01	8	7	8	300

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.000028 \text{ g}^2 + 0.00000000001 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000026 R$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perufest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perufest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente	1912-2023
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	300 °C
Marca	PERUTEST
Modelo	PT-H76
Número de Serie	0176
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Ubicación	NO INDICA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2023-03-01

Fecha de Emisión

2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología


JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros calibrados que tiene trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se utilizó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018 2da edición.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.3°C	26.3°C
Humedad Relativa	64 %	64 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
SAT	Termometro de indicacion digital	LT-0417-2023
METROIL	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	1AT-1704-2022



10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 26.3 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
El controlador se seteo en 110

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	110.5	110.0	110.1	108.6	109.1	108.7	112.0	112.8	110.6	112.2	110.5	4.2
02	110.0	110.3	111.8	110.0	108.5	109.1	108.4	112.2	112.0	111.3	112.4	110.6	4.0
04	110.0	109.3	111.1	109.3	108.8	109.0	108.1	112.6	112.4	111.7	112.5	110.5	4.5
06	110.0	109.0	111.3	109.1	108.8	109.4	107.4	112.1	112.5	111.3	112.5	110.3	5.1
08	110.0	109.3	110.8	108.3	108.4	109.1	107.7	112.7	112.3	111.6	112.8	110.3	5.1
10	110.0	109.0	110.5	108.8	108.2	109.4	107.3	112.3	112.5	111.3	112.0	110.1	5.2
12	110.0	108.5	110.7	109.1	108.5	109.1	107.5	112.4	112.5	111.4	112.4	110.2	5.0
14	110.0	109.2	110.4	109.3	108.4	109.2	107.3	112.7	112.0	111.6	112.4	110.2	5.4
16	110.0	109.2	110.3	109.4	108.3	109.3	107.1	112.3	112.4	111.5	112.2	110.2	5.3
18	110.0	109.1	110.1	109.6	108.7	109.1	107.4	112.1	112.3	110.8	112.3	110.1	4.9
20	110.0	109.3	110.4	109.3	108.7	109.1	107.3	112.4	112.2	110.6	111.8	110.1	5.1
22	110.0	109.2	110.4	109.2	108.4	109.0	107.5	112.2	112.8	111.2	111.7	110.2	5.3
24	110.0	109.0	110.7	109.5	108.2	109.4	107.1	112.7	112.4	110.9	112.4	110.2	5.6
26	110.0	109.1	110.8	109.5	108.5	109.5	107.2	112.3	112.0	110.7	112.3	110.2	5.1
28	110.0	109.3	110.4	109.4	108.2	109.6	107.4	112.1	112.0	110.4	112.4	110.1	5.0
30	110.0	109.1	110.5	109.4	108.5	109.1	107.5	112.4	112.3	110.7	112.2	110.2	4.9
32	110.0	109.1	110.3	109.3	108.8	109.4	107.1	112.8	112.3	110.7	112.4	110.2	5.7
34	110.0	108.9	110.4	109.2	108.5	109.1	107.4	112.2	112.4	110.8	112.7	110.2	5.3
36	110.0	109.4	110.1	109.5	108.3	109.4	107.7	112.3	112.4	110.4	112.5	110.2	4.8
38	110.0	109.2	110.4	109.6	108.6	109.3	107.7	112.4	112.3	110.6	112.4	110.2	4.7
40	110.0	109.1	110.4	109.2	108.4	109.4	107.4	112.1	112.0	110.8	112.4	110.1	5.0
42	110.0	109.4	110.5	109.3	108.8	109.1	107.2	112.0	112.4	110.4	112.8	110.2	5.6
44	110.0	109.1	110.5	109.5	108.3	109.4	107.4	112.8	112.1	110.5	112.4	110.2	5.4
46	110.0	109.1	110.7	109.7	108.4	109.2	107.5	112.4	112.3	110.3	112.3	110.2	4.9
48	110.0	109.2	110.2	109.4	108.2	109.1	107.1	112.4	112.2	110.1	112.2	110.0	5.3
50	110.0	108.9	110.5	109.4	108.4	109.1	107.3	112.6	112.3	110.5	112.7	110.2	5.4
52	110.0	109.1	110.5	109.2	108.2	109.5	107.3	112.2	112.8	110.7	112.1	110.2	5.5
54	110.0	109.0	110.3	109.7	108.1	109.1	107.5	112.3	112.7	110.1	111.9	110.1	5.2
56	110.0	109.3	110.5	109.4	108.1	109.5	107.5	112.6	112.6	110.4	112.2	110.2	5.1
58	110.0	109.1	110.3	109.2	108.0	109.3	107.6	112.3	112.1	110.5	112.4	110.1	4.8
60	110.0	109.0	110.3	109.6	108.4	109.2	107.4	112.7	112.5	110.7	112.4	110.2	5.3
T.PROM	110.0	109.2	110.5	109.4	108.4	109.2	107.5	112.4	112.3	110.8	112.3	110.2	
T.MAX	110.0	110.5	111.8	110.1	108.8	109.6	108.7	112.8	112.8	111.7	112.8		
T.MIN	110.0	108.5	110.0	108.3	108.0	109.0	107.1	112.0	112.0	110.1	111.7		
DTT	0.0	2.0	1.8	1.8	0.8	0.6	1.6	0.8	0.8	1.6	1.1		



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	112.8	22.0
Mínima Temperatura Medida	107.1	0.1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2.0	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	4.9	24.3
Estabilidad Medida (±)	1.0	0.04
Uniformidad Medida	5.7	24.3

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

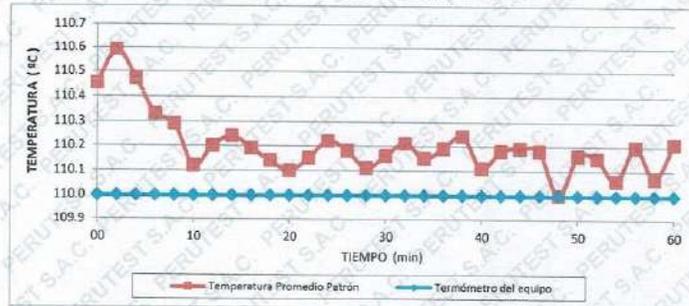
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

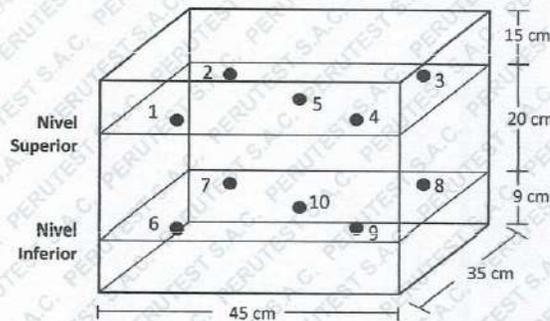
Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente	1912-2023
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	300 °C
Marca	PERUTEST
Modelo	PT-H225
Número de Serie	0120
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Ubicación	NO INDICA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

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

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

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2023-03-01

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-03-02

JOSE A. EJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros calibrados que tiene trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se utilizó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018 2da edición.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.3 °C	26.3 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
SAT	Termometro de indicacion digital	LT-0417-2023
METROIL	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	1AT-1704-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
📍 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 26.3 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
El controlador se seteo en 110

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	105.8	107.1	105.8	109.7	112.4	109.7	112.3	111.0	109.0	109.7	109.2	6.6
02	110.0	105.8	107.1	105.8	109.7	113.0	109.7	111.9	109.7	108.6	109.7	109.1	7.2
04	110.0	105.8	106.9	105.8	109.6	112.6	109.6	112.4	111.3	108.6	109.6	109.2	6.8
06	110.0	105.5	107.0	105.5	109.7	112.6	109.7	112.5	110.5	108.6	109.7	109.1	7.1
08	110.0	105.7	107.1	105.7	109.7	112.4	109.7	112.4	111.0	109.0	109.7	109.2	6.7
10	110.0	105.6	107.0	105.7	109.6	113.0	109.6	112.3	109.7	108.6	109.6	109.1	7.4
12	110.0	105.5	107.1	105.5	109.7	112.6	109.7	112.4	111.0	108.6	109.7	109.2	7.1
14	110.0	105.5	106.9	105.5	109.7	112.6	109.7	112.7	109.7	109.0	109.7	109.1	7.2
16	110.0	106.1	107.0	106.1	109.6	112.4	109.6	112.5	111.3	108.6	109.6	109.3	6.4
18	110.0	106.3	107.1	106.3	109.7	113.0	109.7	112.6	110.5	109.0	109.7	109.4	6.7
20	110.0	106.2	107.1	106.2	109.7	112.6	109.7	112.3	111.3	108.6	109.7	109.3	6.4
22	110.0	106.1	107.1	106.1	109.6	112.6	109.6	112.7	110.5	108.6	109.6	109.2	6.6
24	110.0	106.2	106.9	106.2	109.7	112.6	109.7	112.6	111.0	108.6	109.7	109.3	6.4
26	110.0	106.5	107.0	106.5	109.7	112.4	109.7	112.3	109.7	108.6	109.7	109.2	5.9
28	110.0	106.3	106.9	106.3	109.6	113.0	109.6	112.6	111.3	108.6	109.6	109.4	6.7
30	110.0	106.4	107.0	106.4	109.7	112.4	109.7	112.5	110.5	109.0	109.7	109.3	6.1
32	110.0	106.4	107.1	106.4	109.7	113.0	109.7	112.7	111.0	109.5	109.7	109.4	6.6
34	110.0	106.3	107.0	106.3	109.6	112.6	109.6	112.6	109.7	109.0	109.6	109.2	6.3
36	110.0	106.2	107.1	106.2	109.7	112.6	109.7	112.3	111.3	108.6	109.7	109.3	6.4
38	110.0	106.3	107.1	106.3	109.7	113.0	109.7	112.4	110.5	108.6	109.7	109.3	6.7
40	110.0	106.4	106.9	106.4	109.6	112.6	109.6	112.4	111.0	109.0	109.6	109.3	6.2
42	110.0	105.9	107.0	105.9	109.7	112.4	109.7	112.8	109.7	108.6	109.7	109.1	6.9
44	110.0	106.7	107.0	106.7	109.7	113.0	109.7	112.7	111.0	108.6	109.7	109.5	6.3
46	110.0	106.7	107.1	106.7	109.6	112.6	109.6	112.7	109.7	108.6	109.6	109.3	6.0
48	110.0	106.6	107.1	106.6	109.7	112.6	109.7	112.3	111.3	109.0	109.7	109.5	6.0
50	110.0	106.3	106.9	106.3	109.7	112.4	109.7	112.4	110.5	108.6	109.7	109.2	6.1
52	110.0	106.4	107.0	106.4	109.6	113.0	109.6	112.5	111.3	108.6	109.6	109.4	6.6
54	110.0	106.2	107.1	106.2	109.6	112.6	109.6	112.7	111.0	108.6	109.6	109.3	6.5
56	110.0	106.4	107.1	106.4	109.7	112.6	109.7	112.6	109.7	108.6	109.7	109.2	6.2
58	110.0	106.3	106.9	106.3	109.7	113.0	109.7	112.4	111.3	109.0	109.7	109.4	6.7
60	110.0	106.1	107.0	106.1	109.6	112.6	109.6	112.4	110.5	108.6	109.6	109.2	6.7
T.PROM	110.0	106.1	107.0	106.1	109.7	112.7	109.7	112.5	110.6	108.7	109.7	109.3	
T.MAX	110.0	106.7	107.1	106.7	109.7	113.0	109.7	112.8	111.3	109.0	109.7		
T.MIN	110.0	105.5	106.9	105.5	109.6	112.4	109.6	111.9	109.7	108.6	109.6		
DTT	0.0	1.2	0.2	1.2	0.1	0.6	0.1	0.9	1.6	0.4	0.1		



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	113.0	22.0
Mínima Temperatura Medida	105.5	0.0
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.6	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	6.5	23.4
Estabilidad Medida (±)	0.8	0.04
Uniformidad Medida	7.4	23.4

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isothermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



📞 913 028 621 / 913 028 622
📞 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
📌 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

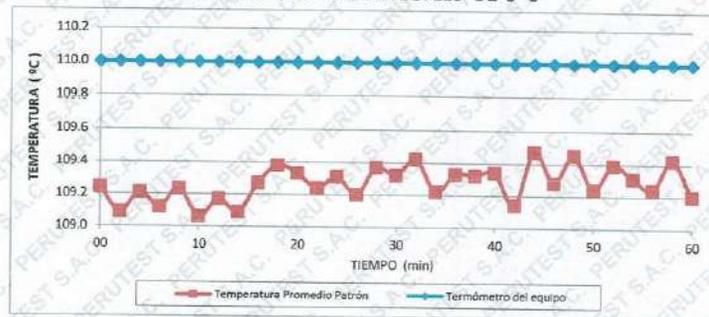
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

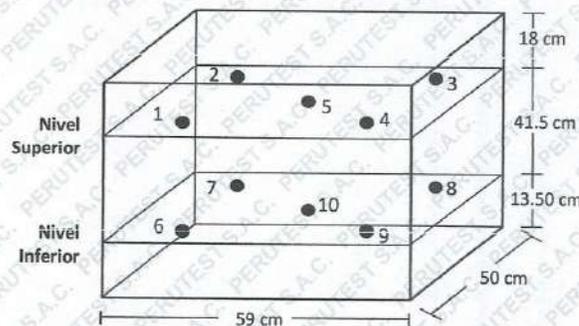
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023

Página 5 de 5

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 9 cm de las paredes laterales y a 9 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.



12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 0104 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	4686-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	CALLA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Equipo	PRESA DE CONCRETO	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Capacidad	2000 kN	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Marca	A Y A INSTRUMENT	
Modelo	STYLE-2000B	
Número de Serie	131214	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	MC	
Modelo	STYLE-2000B	
Número de Serie	131214	
Resolución	0.01 / 0.1 kN (*)	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2023-09-02	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-09-02


JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 0104 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 de INACAL - DM

7. Lugar de calibración

En el laboratorio del cliente
Laboratorio de Materiales de LEMS W & C.E.I.R.L.

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.0 °C	26.0 °C
Humedad Relativa	58 % HR	58 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE N° 093-23 (B)
ELICROM	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	CCP-0102-001-23

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 0104 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)			
%	F_1 (kN)	Patrón de Referencia			
		F_1 (kN)	F_2 (kN)	F_3 (kN)	$F_{Promedio}$ (kN)
10	100	100.8	101.1	100.9	101.0
20	200	201.0	201.4	201.1	201.3
30	300	301.6	301.6	301.5	301.5
40	400	400.8	400.8	400.7	400.8
50	500	501.7	500.7	501.6	501.2
60	600	600.5	600.0	600.4	600.2
70	700	700.7	700.7	700.5	700.7
80	800	799.6	790.9	799.3	795.2
90	900	899.8	900.5	899.6	900.1
100	1000	1001.6	1000.3	1001.3	1000.8
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa σ (%)	
100	-0.97	0.29	0.00	0.10	0.60
200	-0.62	0.19	0.00	0.05	0.58
300	-0.51	0.03	0.00	0.03	0.58
400	-0.20	0.04	0.00	0.03	0.58
500	-0.23	0.21	0.00	0.02	0.59
600	-0.04	0.07	0.00	0.02	0.58
700	-0.09	0.03	0.00	0.01	0.57
800	0.60	1.10	0.00	0.01	0.85
900	-0.01	0.11	0.00	0.01	0.58
1000	-0.08	0.13	0.00	0.01	0.58

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0.00 %
---	--------



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 056 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	1912-2023
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo	PRENSA MULTIUSOS
Capacidad	5000 kgf
Marca	FORNEY
Modelo	7691F
Número de Serie	2491
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	OHAUS
Modelo	DEFENDER 300
Número de Serie	NO INDICA
Resolución	0.1 kgf
Ubicación	NO INDICA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2023-03-01

Fecha de Emisión

2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALIANDRO FLORES MINAYA

Sello



📞 913 028 621 / 913 028 622
📞 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
📌 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 056 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de la fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - D.M.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	27.8 °C	27.8 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: LF-001 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE 093-23 A/C



10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

📞 913 028 621 / 913 028 622
📞 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perufest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perufest.com.pe
📍 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 056 - 2023

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)			
		Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	500	500.6	499.3	499.3	499.7
20	1000	1002.0	1000.2	1000.6	1000.8
30	1500	1501.6	1499.9	1500.7	1500.6
40	2000	2003.1	2001.9	2004.8	2003.3
50	2500	2501.4	2499.5	2500.4	2500.5
60	3000	3001.9	2999.4	3000.4	3000.4
70	3500	3502.1	3499.7	3501.7	3500.8
80	4000	4002.3	4000.0	4001.0	4000.8
90	4500	4502.8	4500.2	4501.2	4501.1
100	5000	5003.7	5000.4	5001.4	5001.3
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
500	0.07	0.26	-0.02	0.02	0.36
1000	-0.08	0.18	-0.03	0.01	0.35
1500	-0.04	0.11	-0.03	0.01	0.34
2000	-0.17	0.14	-0.07	0.01	0.35
2500	-0.02	0.08	-0.04	0.00	0.34
3000	-0.01	0.08	-0.01	0.00	0.34
3500	-0.02	0.07	0.01	0.00	0.34
4000	-0.02	0.06	0.00	0.00	0.34
4500	-0.02	0.06	0.00	0.00	0.34
5000	-0.03	0.07	0.02	0.00	0.34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) 0.00 %

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

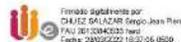
📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
📌 PERUTEST SAC



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI



Firmado digitalmente por:
CARLOS SALAZAR (Emp.) Juan Perez
FNU: 80102840021-Perú
Fecha: 2022/03/25 10:37:06 -0500

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00137704

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 008139-2022/DSD - INDECOPI de fecha 25 de marzo de 2022, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación LEMS W&C y logotipo, conforme al modelo

Distingue : Servicios de estudio de mecánica de suelos, estudio de evaluación de estructuras, ensayos y control de calidad del concreto, mezclas asfáltica, emulsiones asfálticas, suelos y materiales.

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0935718-2022

Titular : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.

País : Perú

Vigencia : 25 de marzo de 2032



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web:

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento:wtenwa22bp

Pág. 1 de 1

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL
Calle De la Prosa 104, San Borja, Lima 41 - Perú, Telf: 224-7800, Web: www.indecopi.gob.pe