



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**Influencia de Residuos de Mármol en Combinación
con Fibras de Polipropileno en la Resistencia
Mecánica del Concreto Estructural**

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

Autor (es)

Bach. Diaz Chavez Ulises

<https://orcid.org/0000-0001-6195-835X>

Bach. Leon Chavez Jose Antonio

<https://orcid.org/0000-0001-6669-5245>

Asesor

Mg. Céspedes Deza José Alfredo Rolando

<https://orcid.org/0000-0003-1579-8388>

Línea de Investigación

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

Sub línea de Investigación

**Innovación y tecnificación en ciencias de los materiales, diseño e
infraestructura**

Pimentel – Perú

2024



DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien(es) suscribe(n) la DECLARACIÓN JURADA, somos egresado (s) del Programa de Estudios de Ingeniería Civil de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaramos bajo juramento que somos autores del trabajo titulado:

INFLUENCIA DE RESIDUOS DE MÁRMOL EN COMBINACIÓN CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO ESTRUCTURAL.

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:

Diaz Chavez Ulises	DNI: 73703420	
León Chavez José Antonio	DNI: 75064976	

Pimentel, 09 de julio de 2024.

NOMBRE DEL TRABAJO

Tesis recortada_Díaz Chavez Ulises_León Chavez (1).pdf

AUTOR

DIAZ CHAVEZ ULISES & LEON CHAVEZ JOSE ANTONIO

RECUENTO DE PALABRAS

9801 Words

RECUENTO DE CARACTERES

47359 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

37 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

13.9MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 31, 2024 7:30 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 31, 2024 7:31 PM GMT-5**● 18% de similitud general**

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

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 13% Base de datos de trabajos entregados
- 2% 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

**INFLUENCIA DE RESIDUOS DE MÁRMOL EN COMBINACIÓN CON FIBRAS DE
POLIPROPILENO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO
ESTRUCTURAL**

Aprobación del jurado

DR. CORONADO ZULOETA OMAR

Presidente del Jurado de Tesis

DR. SALINAS VASQUEZ NESTOR RAUL

Secretario del Jurado de Tesis

MG. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO

Vocal del Jurado de Tesis

Índice

Resumen.....	VII
Abstract	VIII
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MATERIALES Y MÉTODO	19
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
3.1. Resultados.....	29
3.2. Discusión.....	39
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
4.1. Conclusiones.....	43
4.2. Recomendaciones.....	45
REFERENCIAS.....	46
ANEXOS	54

Índice de tablas y figuras.

Tabla I.	Propiedades físicas del agregado fino, agregado grueso y residuos de mármol.	20
Tabla II.	Mezclas de concreto elaboradas.	22
Tabla III.	Probetas de concreto patrón y residuos de mármol en reemplazo parcial por agregado fino.	23
Tabla IV.	Probetas de concreto con adición de macro fibra de polipropileno más dosificación óptima de residuos de mármol.	23
Tabla V.	Propiedades físicas de los agregados y residuos de mármol.	29
Tabla VI.	Adiciones empleadas en el concreto.	30
Fig 1.	Curva esfuerzo – deformación unitaria del concreto.	16
fig 2.	Sentido del momento flector en una viga.	17
fig 3.	Residuos de mármol.	19
fig 4.	Fibras macro sintéticas de polipropileno.	20
fig 5.	Diagrama de proceso inicial.	26
fig 6.	Diagrama de proceso final y obtención de resultados.	27
fig 7.	Curva granulométrica del agregado fino.	30
fig 8.	Curva granulométrica del agregado grueso.	30
fig 9.	Propiedades físicas del concreto con reemplazo parcial del agregado fino por residuos de mármol.	31
fig 10.	Resistencia a la compresión del concreto con reemplazo parcial del af por RM.	32
fig 11.	Resistencia a la tracción del concreto con reemplazo parcial del af por RM.	33
fig 12.	Resistencia a la flexión del concreto con reemplazo parcial del af por RM.	33
fig 13.	Módulo de elasticidad del concreto con reemplazo parcial del af por RM.	34
fig 14.	Propiedades físicas del concreto con óptimo contenido de rm e incorporación de FPm.	35
fig 15.	Resistencia a la compresión del concreto con óptimo contenido de rm e incorporación de FPm.	36
fig 16.	Resistencia a la tracción del concreto con óptimo contenido de rm e incorporación de FPm.	37
fig 17.	Resistencia a la flexión del concreto con óptimo contenido de rm e incorporación de FPm.	38
fig 18.	Módulo de elasticidad del concreto con óptimo contenido de rm e incorporación de FPm.	38

INFLUENCIA DE RESIDUOS DE MÁRMOL EN COMBINACIÓN CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO ESTRUCTURAL

Resumen.

Considerando que en el proceso de fabricación del mármol se genera entre el 20 y el 30% de los residuos; por otro lado, el exponencial crecimiento en las actividades constructivas ha conducido a una limitada presencia de recursos naturales empleados en la construcción, como la arena; y teniendo en cuenta además la baja resistencia a tracción, flexión y a la contracción y agrietamiento del concreto convencional. Por ello el objetivo de esta investigación fue el de determinar la influencia de los residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto de diseño 280 kg/cm^2 . Se elaboraron mezclas de concreto patrón (CP), añadiendo RM en remplazo del AF en dosis de 10, 15, 20 y 30% y mezclas con el contenido óptimo de RM en combinación con fibra macro sintética de polipropileno (FPm) en dosis de 0,5, 1, 1,5 y 2% en peso de concreto. Determinando una dosis óptima de RM en 20%, y cuando se combinó RM y FPm se pudo establecer que la dosis óptima para combinar RM y FPm, es 20% de RM y 1% de FPm, pues incrementa su capacidad a tracción y flexión sin perjudicar la compresión, alcanzando resistencias en 4.17% más para compresión, 41.18% más para flexión y 13.21% más para tracción en relación al CP. Concluyendo que el efecto de los RM en las propiedades mecánicas del concreto, puede relacionarse con que estos actúan como material de relleno de los poros existentes en el concreto.

Palabras Clave: Concreto patrón, fibra macro sintética de polipropileno y residuos de mármol.

Abstract

Considering that in the marble manufacturing process between 20 and 30% of the waste is generated; on the other hand, the exponential growth in construction activities has led to a limited presence of natural resources used in construction, such as sand; and also taking into account the low tensile, flexural, shrinkage and cracking resistance of conventional concrete. Therefore, the objective of this research was to determine the influence of marble residues in combination with polypropylene fibers on the mechanical strength of 280 kg/cm² design concrete. Standard concrete mixtures (CP) were prepared by adding RM in replacement of PA in doses of 10, 15, 20 and 30% and mixtures with the optimum content of RM in combination with macro synthetic polypropylene fiber (FPm) in doses of 0.5, 1, 1.5 and 2% by weight of concrete. Determining an optimum dose of RM at 20%, and when RM and FPm were combined, it was possible to establish that the optimum dose for combining RM and FPm is 20% RM and 1% FPm, since it increases its tensile and flexural capacity without impairing compression, reaching resistances 4.17% more for compression, 41.18% more for flexure and 13.21% more for tension in relation to CP. It is concluded that the effect of RM on the mechanical properties of concrete can be related to the fact that they act as filler material for the existing pores in the concrete.

Keywords: Patterned concrete, polypropylene macro synthetic fiber and marble waste.

I. INTRODUCCIÓN

Evram, et.al [1], precisan que los agregados en una mezcla de concreto hidráulico vienen a constituir las tres cuartas partes del volumen total, aproximadamente; esto, partiendo de la premisa que el concreto es de los materiales de construcción más utilizados, indica una elevada demanda de agregados disponibles naturalmente, existiendo una tendencia de reducción continua; así en países como la India un exponencial crecimiento en las actividades constructivas, ha ocasionado limitaciones en la accesibilidad a recursos naturales como la arena para elaborar el concreto [2]. Por otro lado situaciones como en Pakistán, donde su economía gira alrededor de los sectores de mármol y cerámica; no obstante, esta industria produce desechos como el polvo, lodo y partículas de tamaños distintos, pues los procesos de producción, pulido y acabado son los que principalmente generan desperdicios; por lo que el depósito de la basura de mármol en lugares expuestos, se convierte en un peligro inminente para los trabajadores de esta industria y las poblaciones contiguas [3], [4].

Singhal et.al [5], precisan que en ausencia de una planificación para la adecuada eliminación, los desechos producto del procesamiento y maquinado del mármol, son vertidos en terrenos forestales, bordes de caminos, etc., situación que trae consigo el detrimento del ecosistema del área cercana; en ese sentido, el uso de residuos de polvo de mármol para sustituir parcial o totalmente componentes del concreto, puede ser una alternativa más sostenible y viable económicamente [6]; además, considerando que ampliamente el mármol es utilizado como piedra de construcción, y en tanto procesarlo supone la generación de aproximadamente 30% de residuos a consecuencia de su irregular forma; por lo que el desprendimiento de cantidades agigantadas de desperdicios de este material puede ocasionar: producción de polvo de forma masiva en el área de acopio, contaminación del aire a efecto de las partículas finas de mármol, bloqueo de acuíferos y desagües, detrimento de terrenos agrícolas producto de la obstrucción causada en los poros del suelo [7].

La edificación de construcciones de alturas considerables, vigas con luces pronunciadas y construcciones de concreto en masa, han traído consigo un incremento en los requisitos de resistencia y ductilidad del concreto; por lo que el refuerzo fibroso, viene a

ser uno de los métodos efectivos para contrarrestar esta deficiencia en el comportamiento del concreto, ya que le aporta mejor resistencia a la tracción [8], [9]; por otro lado, cuando se producen grietas por tensión de tracción en el concreto, estas no se distribuyen por completo a las barras de acero mientras no se hayan desarrollado hasta la profundidad donde se ubica el refuerzo; por ende, una estructura de concreto armado suele funcionar con grietas un tanto pronunciadas [10]. Wang, et.al [11] precisan que entre los diversos tipos de fibras que se pueden utilizar, tenemos las fibras de polipropileno, clasificadas en microfibras y macro fibras, en referencia a estas últimas, permiten incrementos ligeros de la resistencia a la flexión, así como también minimizar la falla frágil por flexión, pues la fibra de polipropileno permite la expansión de la flexión y elasticidad del cemento [12].

Las fibras son capaces de salvar las grietas y mantener una resistencia considerable para soportar una carga ocurrida después de la primera grieta, todo esto dependerá del tipo de la morfología de fractura [13]; por ello la incorporación de fibras le permite evitar un colapso rápido, proporcionar una mejorada energía de fractura, disminución del ancho de fisuramiento y contracción, y un incremento en la resistencia a la tracción y flexión [14] , [15].

Por lo que la presente investigación contempló el uso de residuos de mármol para ser empleados en la producción de concreto, sustituyendo parcialmente al agregado fino. Esto parte de la necesidad de reutilización de los residuos generados durante diferentes procesos, tanto de producción, instalación, reparación y demolición, que tengan que ver con el mármol. En detalle los residuos a emplear provinieron de procesos de instalación, reparación y demolición de acabados a base de mármol. Por otro lado, también se contempla el uso fibras de polipropileno para reforzar el concreto y aportarle un comportamiento mejorado a esfuerzos de tracción y flexión.

Como trabajos previos tenemos a Zhang et al. [16], pues en su artículo tuvieron como objetivo determinar experimentalmente los efectos de diferentes proporciones de humo de sílice, mármol residual y la forma combinada como reemplazo parcial del cemento en las propiedades mecánicas del concreto; su metodología consistió en el reemplazo parcial de mármol por el cemento en proporciones de 0, 5, 10, 15 y 20%. Los resultados muestran que

la resistencia de compresión, módulo de elasticidad y tracción se incrementaron en 5.6, 4.5 y 7.7% respectivamente, para la adición de 5% en función al concreto patrón. Concluyeron que para un contenido de mármol igual o menor a 5%, se mejora la resistencia de compresión, tracción y módulo de elasticidad del concreto.

Entre tanto, Ahmad et al. [17], en su artículo tuvieron el objetivo de evaluar el desempeño y sostenibilidad al agregar productos de desecho como el mármol residual en el concreto; en su metodología emplearon dosis de , 10, 15, 20, 25 y 30% de polvo de mármol como remplazo parcial del cemento. Los resultados muestran que la resistencia de compresión, flexión y tracción aumentó en 30.2, 24.3 y 20.8% respectivamente para el reemplazo de 20% en función del concreto patrón. Concluyeron que la resistencia se incrementó a medida que se le aumentó la sustitución hasta un 20% y luego disminuyó con referencia al concreto convencional.

Mientras que Shukla, et.al [18], en su artículo denominado Investigación experimental sobre el efecto de la fibra de acero incrustada en el concreto a base de polvo de mármol. La metodología se fundamentó en sustituir el cemento por polvo de mármol en porcentajes de 0, 5, 10, 15 y 20%. Los resultados mostraron un incremento máximo en la resistencia del concreto, con una sustitución de 10%, siendo en 5.2, 12.3 y 14.3% para compresión, tensión y flexión, respectivamente, en función del concreto control. Concluyeron que el comportamiento mecánico del concreto mejoró hasta un reemplazo del 15%, después inicio a disminuir.

Aishish [19], en su artículo tuvo como objetivo examinar la viabilidad de utilizar mejor el polvo de mármol con el uso de materiales cementosos suplementarios. La metodología consistió en reemplazar el polvo de mármol por agregado fino en 0, 10 y 15%. Los resultados evidenciaron que la resistencia de compresión y tracción se incrementaron en 14 y 29% para las sustituciones de 10 y 15% en relación con el concreto patrón respectivamente. Concluyeron que la resistencia de compresión y tracción aumentó significativamente.

Mientras que Ofuyatan, et.al [20] en su artículo tuvo como objetivo investigar el efecto del polvo de lodo de mármol sobre las propiedades resistentes del concreto. La metodología

consistió en reemplazar el polvo de mármol por agregado fino en porcentajes variables de 0, 15, 25 y 35%. Los resultados evidenciaron que la muestra con mejor trabajabilidad, y con un mejor comportamiento mecánico a compresión y tracción fue con una sustitución de 25%, con incrementos en 15.8 y 16.0% respectivamente en referencia a la muestra patrón. Concluyeron que la sustitución de 25% de polvo de mármol por agregado fino, mejoró las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido.

Así mismo, Mhamal y Savoikar [21], en su artículo tuvieron el objetivo de investigar experimentalmente la compatibilidad del subproducto de residuos de polvo de mármol y granito para reemplazar parcialmente los agregados finos en el concreto. La metodología consistió en sustituir el agregado fino por polvo de mármol en 10, 20, 30, 40 y 50%. Obtuvieron como resultados que el revenimiento disminuye cuando el porcentaje de reemplazo es mayor, así mismo, la resistencia de compresión y módulo de elasticidad se incrementaron en 14.4% y 7.0% respectivamente cuando se sustituyó el 20%, en función de la muestra control. Concluyeron, que la resistencia se incrementa hasta el reemplazo del 20% posterior a ello, disminuyó y eventualmente se volvió menor que el concreto convencional.

En tanto Singh et al. [22], en su artículo tuvieron el objetivo de evaluar el rendimiento de resistencia y durabilidad a largo plazo del concreto al reemplazar parcialmente el cemento en peso, por lechada de polvo de mármol de desecho. La metodología empleada fue sustituir el polvo de mármol por cemento en 0, 10, 15, 20 y 25%. Sus resultados muestran para resistencia a compresión y tensión máxima, incrementos de 0.7 y 2.3%, correspondientemente, con una dosis de remplazo de 10%; mientras que para flexión la máxima resistencia se obtuvo con una sustitución de 15%, con un valor de incremento en 3.5%, respecto al concreto patrón. Concluyeron que el polvo de mármol mejoró las propiedades del concreto con hasta un 15% de reemplazo, posterior a ello los valores desciende por debajo de la muestra control.

Shi, et. al [10] en su artículo denominado comportamiento post -fisuración del concreto reforzado con fibras híbridas de basalto y macro polipropileno para diferentes resistencias a la compresión. En cuya metodología se utilizó la fibra de polipropileno en dosis

volumétricas de 0.3, 0.7 y 1%. Sus resultados mostraron incrementos en la resistencia a compresión y flexión en 5.8 y 10.2% respectivamente, en referencia al concreto patrón, con una adición de fibra de 1%. Concluyeron que la adición de 1% de fibra de polipropileno genera un mejor comportamiento del concreto a la compresión y flexión.

Mientras que Sadowska-Buraczewska, et. al [23], en su artículo tuvieron como objetivo examinar el efecto de una capa de concreto reforzado con fibra en la zona comprimida, sobre las propiedades mecánicas de losas de concreto reforzado con fibra compuesta. Su metodología consistió en adicionar 1, 2 y 3% de fibras de polipropileno a la mezcla de concreto. Los resultados mostraron incrementos de 33.4 y 23.9% respecto al concreto patrón, para la resistencia a compresión y flexión, respectivamente, empleando una dosis de fibra en 1%. Concluyendo que la mejor resistencia del concreto se alcanzó con el uso del 1% de fibra de polipropileno.

Alwesabi, et.al [24], en su artículo tuvieron el objetivo de examinar el impacto de la hibridación de fibra de polipropileno (PP) y fibra de acero en las características de fractura de prismas de concreto simple y engomado para identificar la proporción de mezcla optimizada de las fibras. Su metodología se fundamentó en agregar diferentes proporciones de fibra de polipropileno al concreto en 0, 0.1, 0.175, 0.25 y 1%. Sus resultados obtenidos evidenciaron incrementos en la resistencia de compresión y tracción en 24.1% y 44.6, respectivamente, para la adición de 0.175%. Concluyendo que las mezclas con la adición de hasta 1%, tienen un incremento en los parámetros de tenacidad a la fractura, pero a la vez menor resistencia a compresión que la muestra de control.

Arimana, et. al [25], en su tesis de pregrado tuvo como objetivo evaluar la resistencia a la compresión y flexión del concreto f_c : 210 kg/cm², mediante la adición de residuos de mármol. Por lo cual, sustituyó el agregado fino por residuos de mármol en proporciones de 5, 10 y 15%. Lograron determinar que con un remplazo del 15% se alcanzó mejores resultados, incrementando en 21.4 y 18.3% la resistencia de flexión y compresión respectivamente, así mismo, la consistencia de la mezcla fue fluida con buena trabajabilidad. Concluyeron que con una dosis de hasta 15% de remplazo del agregado fino por residuos de mármol, se logra un

mejor comportamiento mecánico del concreto.

Por su parte Villanueva [26], en su tesis de pregrado tuvo como objetivo determinar de qué manera influye el polvo de mármol usado como filler en las propiedades del concreto autocompactante. En su metodología el polvo de mármol reemplazó al cemento en dosis porcentuales de 5, 10 y 15%. Obtuvieron como resultado incrementos en la resistencia a la compresión en 16.66, 6.92 y 1.43%, con dosis de sustitución en 5, 10 y 15%, respectivamente, en referencia a la muestra control. Concluyeron que la dosis más adecuada para reemplazar al cemento por polvo de mármol es el 5%.

Por otro lado, Espinoza y Arquíñigo [27], en su tesis de pregrado tuvieron como objetivo evaluar y contrastar la Fuerza flexible (resistencia a la flexión) de un pavimento rígido $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adición de macro fibra de polipropileno. En su metodología se incorporó fibra de polipropileno macro sintética en dosis de 4, 6 y 8 kg/m^3 de concreto, como refuerzo a éste. Determinaron como resultado un incremento de la resistencia a la flexión en 18.64%, para una dosis de 6 kg/m^3 , en referencia a la muestra control. Concluyeron que las fibras aportan un mejorado comportamiento del concreto ante fuerzas que producen flexión, con una dosis óptima de 6 kg/m^3 .

Entre tanto, Mestanza y Tarrillo [28], en su tesis de pregrado tuvieron como objetivo determinar la influencia de la incorporación de fibras de vidrio y macro fibras sintéticas de polipropileno en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y 280 kg/cm^2 . En su metodología se incorporó macro fibra de polipropileno a la mezcla de concreto en proporciones de 2, 4, 6 y 8 kg/m^3 . Obtuvieron como resultado para una adición de 2 kg/m^3 , incrementos en la resistencia a compresión, tracción y flexión de 27.26%, 21.42% y un decremento de 7.02%, respectivamente, en referencia a la muestra control; mientras que con una dosis de 8 kg/m^3 los valores porcentuales de aumento fueron 9.56%, 33.49% y 14.95%, correspondientemente. Concluyeron que la fibra macro sintética de polipropileno le aporta mejoras al comportamiento mecánico del concreto, con dosis de hasta 8 kg/m^3 .

Como teorías relacionadas al tema tenemos:

Módulo de elasticidad. Conocido también como módulo de Young, es una propiedad de mucha importancia en el cálculo estructural por lo que indica la rigidez de un material. La norma técnica de edificaciones E.060 [29], menciona que es una relación deformación unitaria - esfuerzo normal, ($E = \sigma/\varepsilon$) en específico para esfuerzos en compresión o tracción inferiores al límite de proporcionalidad del elemento.

Módulo de Poisson. Característica que posee cada material y es la relación que existe entre la deformación axial o unitaria y deformación transversal de un material. Cuando se inicia la plastificación del concreto, el valor de Poisson se incrementa rápidamente alcanzando el valor de 0.5 para concreto convencionales y un valor poco menor para concretos de alta resistencia [30].

Módulo de corte. Conocido también como módulo de rigidez, así mismo es el resultado del coeficiente de Poisson (μ) y el módulo de elasticidad (E), por lo cual se determina como la medida de la rigidez elástica de corte de un elemento [31].

$$G = \frac{E}{2 * (1 + \mu)}$$

Así mismo tenemos definiciones referentes al concreto, como:

Concreto. Es un material pétreo, artificial producto de la mezcla de cemento, agregados, agua y si es necesario la incorporación de aditivo en determinadas proporciones. Según Gonzáles y Fernández [32], mencionan que la mezcla de cemento y agua generan una pasta que envuelve a los agregados formando un conjunto heterogéneo.

Como propiedades físicas del concreto tenemos : el asentamiento (SLUMP), contenido de aire, temperatura de mezclado, peso unitario, exudación y fraguado [30], [33], [29] y [34].

Como propiedades mecánicas del concreto tenemos:

Resistencia a la compresión. Las especificaciones técnicas contempladas en las normativas o códigos de diseño en concreto, contemplan principalmente a la resistencia a compresión como la requerida en las diferentes partes de la estructura. En su mayoría las

estructuras a base de concreto, con excepción de los pavimentos, se diseñan con la particularidad de que el concreto resiste solamente la compresión, en tanto el acero, en elementos de concreto armado, es el que aporta resistencia a la tensión. El tipo de muestras que se emplean para aplicar pruebas de compresión en sitio, son cubos y cilindros; cada una de las muestras elaboradas son sometidas al curado en agua, y ensayadas según las edades correspondientes en el laboratorio, siguiendo el método estándar [35].

En particular, todos los concretos, indistintamente de su resistencia, obtienen sus resistencias últimas cuando la deformación unitaria es relativamente 0.002 como se muestra en la Fig.1. El concreto, característicamente no ofrece resistencia a la fluencia plástica, son las curvas de esfuerzo - deformación las que se evidencian un comportamiento leve hasta alcanzar los puntos de ruptura con deformaciones unitarias entre 0.003 - 0.004; no obstante, en el cálculo se supone que el concreto falla a 0.003 [36].

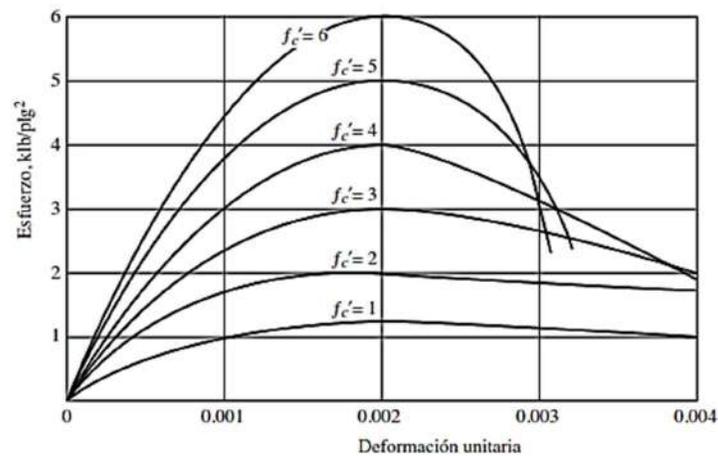


Fig 1. Curva esfuerzo – deformación unitaria del concreto.[36]

Resistencia a la tracción. Por lo general es considerada relativamente como una décima parte de su resistencia a esfuerzos de compresión. En el cálculo de la resistencia al cizallamiento, la resistencia a la tracción directa del concreto es la que se considera, así como también para realizar el diseño de estructuras cilíndricas con contenido de líquidos. No obstante, es complicado medir esta resistencia del concreto por tensión directa, además que la dispersión de los resultados es elevada, por lo que esta prueba no tiene un estándar y no

es frecuente su uso. Por ello los métodos indirectos conocidos como prueba de división, son los adoptados para medir la resistencia a la tracción del concreto, pues la resistencia determinada por este método es la más cercana a la tracción real producida en el concreto, mejor aún que el módulo de rotura.

Resistencia a la flexión. EL cálculo de la resistencia a la flexión es fundamental para prever la carga a la que los elementos de concreto pueden experimentar agrietamiento. En caso de falla, la resistencia a la flexión también se expresa en valores de módulo de rotura en MPa, siendo determinada y empleada cuando los diseños lo requieran. El módulo de flexión viene a ser relativamente un 10 - 20% de la resistencia a compresión del concreto, dependiendo en particular del tipo, tamaño y volumen del agregado grueso empleado. Para aplicar ensayos de flexión, la carga puede accionar en el punto medio de la viga (ASTM C293), o también en el tercer punto (ASTM C78). En la viga la falla será de tracción en la parte inferior, puesto que el concreto es muy débil en tensión, como se observa en la Fig. 2. Por este motivo es que las barras de acero por lo general son implementadas en la parte inferior con el fin de que la viga soporte una carga mucho mayor, ya que estas poseen una elevada resistencia a la tracción [35].

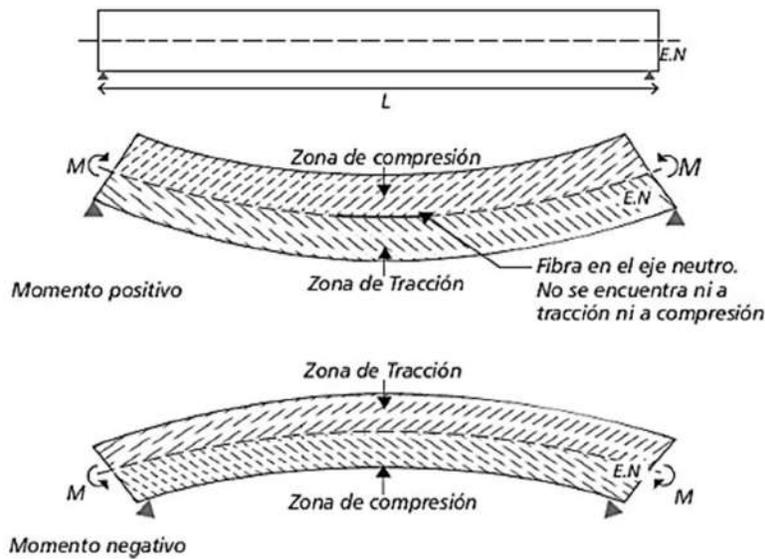


Fig 2. Sentido del momento flector en una viga. [37]

Normas vigentes que rigen la producción del concreto con fines estructurales.

Entre las normas técnicas a considerar para elaborar el concreto, tenemos las Normas Técnicas Peruanas, según cada tipo de ensayo, así mismo las ASTM (normas de la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales), por otro lado, tenemos al Instituto Americano del Concreto (ACI) y la Norma Técnica de Edificaciones E.060, que rige la elaboración del concreto armado.

El presente estudio se justificó técnicamente, puesto que se buscó el desarrollo de un concreto adicionado mediante un remplazo parcial de la arena por residuos de mármol y así como también la incorporación de macro fibras de polipropileno, con el fin de obtener propiedades mejoradas del concreto, permitiendo expresar resultados que evidencian un tipo de concreto mejorado con características óptimas para lograr un mejor desempeño de los elementos estructurales.

Con lo cual se plantea la interrogante ¿De qué manera influyen los residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural? Ante ello se planteó la hipótesis que los residuos de mármol y la adición de la macro fibra de polipropileno permiten propiedades mejoradas en el concreto de diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, con dosis óptimas de 20% y 1%, respectivamente.

Por lo tanto, el objetivo principal de este estudio fue determinar la influencia de los residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto de diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$. En tanto los objetivos específicos fueron obtener las propiedades físicas de los agregados pétreos y de los residuos de mármol a emplear como remplazo del agregado fino; establecer las propiedades físicas y mecánicas del concreto patrón; determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto con remplazo parcial del agregado fino por mármol residual en dosis de 10, 15, 20 y 30%; y establecer las propiedades físicas y mecánicas del concreto con óptimo contenido de residuos de mármol e incorporación de macro fibra de polipropileno en 0.5, 1, 1.5 y 2%.



Fig 4. Fibras macro sintéticas de polipropileno.

En la Tabla 1 se muestran las propiedades físicas de los agregados pétreos y de los residuos de mármol.

Tabla I.

PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO FINO, AGREGADO GRUESO Y RESIDUOS DE MÁRMOL.

	Tamaño máximo nominal (plg)	Módulo de fineza	Contenido de humedad (%)	Propiedades físicas			
				Peso unitario suelto seco (kg/m ³)	Peso unitario compactado seco(kg/m ³)	Peso específico o seco de masa (kg/m ³)	Absorción (%)
Agregado fino	-	2.791	0.25	1575	1696	2578	1.15
Agregado grueso	½"	-	0.26	1344	1451	2599	1.34
Residuos de mármol		2.32	0.12	1245	1395	2385	1.65

Método.

Esta investigación es tipo aplicada, puesto que se determinó la influencia en las propiedades físicas y mecánicas del concreto al incorporarle residuos de mármol y macro fibra de polipropileno. La investigación aplicada es un mecanismo para la obtención de información desconocida, en la búsqueda de hallar soluciones prácticas en problemas existentes [41].

El enfoque definido para esta investigación fue cuantitativo porque se fundamenta en el recojo y análisis de datos numéricos, provenientes de los ensayos de laboratorio, con la finalidad de alcanzar resultados para responder a nuestra hipótesis

y problemática. Este enfoque utiliza métodos numéricos como estadísticos con el propósito de analizar los datos, este enfoque tiene como finalidad medir las variables e instaurar el uso de técnicas estadísticas como prueba de hipótesis, análisis de regresión y varianza [42].

Así mismo esta investigación fue de diseño experimental, de nivel cuasiexperimental. Se utilizó este diseño puesto que los resultados a obtenidos provienen de ensayos de laboratorio aplicados al concreto en sus dos estados, fresco y endurecido, además que se tuvo un grupo control, conformado por un concreto convencional. Este diseño se caracteriza por verificar cuantitativamente el efecto de una variable sobre otra, generando el control o manipulación de la variable independiente para probar el impacto en la variable dependiente [41]. Entre tanto el nivel cuasiexperimental implica la existencia de un grupo de comparación o control, donde se pueden medir y aplicar instrumentos de recolección de datos [41].

Se tuvo un diseño patrón (DP) sin tratamiento, a la vez otro diseño con diferentes proporciones en porcentaje de residuos de mármol (DRM) en reemplazo parcial del agregado fino (AF).

	<i>DP</i>	-	O_1
<i>DRM 10% AG</i>	<i>X</i>		O_2
<i>DRM 15% AG</i>	<i>X</i>		O_3
<i>DRM 20% AG</i>	<i>X</i>		O_4
<i>DRM 30% AG</i>	<i>X</i>		O_5

Una vez que se obtuvo el diseño óptimo de residuos de mármol en reemplazo parcial por agregado fino (DORM) se adicionó macro fibra de polipropileno (FPm) en diferentes porcentajes.

	<i>DP</i>	-	O_1
<i>DORM + 0.5% FPm</i>	<i>X</i>		O_2
<i>DORM + 1% FPm</i>	<i>X</i>		O_3
<i>DORM + 1.5% FPm</i>	<i>X</i>		O_4
<i>DORM + 2% FPm</i>	<i>X</i>		O_5

Donde:

X: tratamiento experimental.

O₁, O₂, O₃, O₄, O₅: Observación a los resultados.

En la Tabla II se muestra un resumen de los tipos de mezclas de concreto elaboradas considerando los materiales añadidos, como remplazo e incorporación.

Tabla II.
MEZCLAS DE CONCRETO ELABORADAS.

Tipo de mezcla	% de RM/AF	% FPM
CP	0	0
C10RM	10	0
C15RM	15	0
C20RM	20	0
C30RM	30	0
C20RM-0.5FPM	20	0.50
C20RM-1.0FPM	20	1.00
C20RM-1.5FPM	20	1.50
C20RM-2.0FPM	20	2.00

Como variable Independiente de estudio se tuvo a los residuos de mármol y macro fibras de polipropileno; en tanto como variable dependiente se tiene las propiedades físicas y mecánicas del concreto de diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Población. La población en esta investigación estuvo determinada por todas las mezclas de concreto que se realizaran, con la finalidad de comparar sus resultados, con un total de 243 testigos entre cilíndricos y prismáticos. Pues la población es un grupo de elementos o individuos con cualidades específicas y de los cuales se necesita hacer generalizaciones o inferencias. Esta población puede ser pequeña o grande, accesible o no y a la vez puede ser dividida en subgrupos o grupos [42].

Muestra. Siendo la muestra una parte representativa de la población, por lo que en este estudio se realizó 27 probetas de concreto patrón, 108 testigos de concreto con residuos de mármol en reemplazo parcial del agregado fino y 108 testigos de concreto con óptimo de residuos de mármol más macro fibra de polipropileno. La muestra no tiene cantidad establecida, entonces es de suma importancia delimitar bien nuestros objetivos que deseamos lograr en la investigación o problema planteado [41]. La Tabla III y Tabla

IV muestran la distribución de las muestras de concreto.

Tabla III.

PROBETAS DE CONCRETO PATRÓN Y RESIDUOS DE MÁRMOL EN REEMPLAZO PARCIAL POR
AGREGADO FINO.

concreto patrón y con residuos de mármol									
Ensayos por realizar	Días de curado	Aspecto del espécimen	Concreto patrón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	Residuos de Mármol				Subtotal	Total
				10%	15%	20%	30%		
Tracción	7	Cilíndrica	3	3	3	3	3	15	45
	14		3	3	3	3	15		
	28		3	3	3	3	15		
Compresión	7	Cilíndrica	3	3	3	3	3	15	45
	14		3	3	3	3	15		
	28		3	3	3	3	15		
Flexión	7	Prismática	3	3	3	3	3	15	45
	14		3	3	3	3	15		
	28		3	3	3	3	15		
Total, de testigos								135	

Tabla IV.

PROBETAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE MACRO FIBRA DE POLIPROPILENO MÁS
DOSIFICACIÓN OPTIMA DE RESIDUOS DE MÁRMOL.

Especímenes de concreto con residuos de mármol en 20% más adición de macro fibra de polipropileno									
Ensayos para realizar	Días de curado	Aspecto del espécimen	Incorporación de macro fibra de polipropileno.				Subtotal	Total	
			0,5%	1%	1,5%	2%			
Tracción	7	Cilíndrica	3	3	3	3	12	36	
	14		3	3	3	3	12		
	28		3	3	3	3	12		
Compresión	7	Cilíndrica	3	3	3	3	12	36	
	14		3	3	3	3	12		
	28		3	3	3	3	12		
Flexión	7	Prismática	3	3	3	3	12	36	
	14		3	3	3	3	12		
	28		3	3	3	3	12		
Total, de testigos								108	

Unidad de análisis. Para aplicar los ensayos de compresión y tracción se emplearon especímenes de $\varnothing = 6'' \times h = 12''$ y para los ensayos a flexión se emplearán especímenes prismáticos de 15 x 15 x 53 cm.

Criterios de selección. Los criterios definidos fueron de inclusión, pues de acuerdo con el tipo de ensayo que se realizó se consideraron los testigos, para ensayo de compresión y tracción las probetas fueron de $\varnothing = 6'' \times h = 12''$ y para el ensayo de flexión las probetas fueron de 150 mm x 150 mm x 530 mm de largo.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Técnicas de recolección de datos. Las técnicas de recolección de datos que se emplearon en la presente investigación fueron:

Ensayos de laboratorio. Pues se aplicarán ensayos tanto a los agregados, como al concreto en estado fresco y endurecido. Estos ensayos de laboratorio seguirán procedimientos determinados en las normas técnicas, para culminados, obtener resultados confiables que respalden la investigación y permitan el cumplimiento de los objetivos planteados.

Observación. Se aplicará durante los procesos utilizados para la obtención de los resultados, para ir tomando datos necesarios de cada ensayo aplicado, así como realizar un registro fotográfico de cada proceso empleado.

Instrumentos de recolección de datos. Los instrumentos de recolección de datos fueron:

Guía de observación. Que será utilizada para registrar datos necesarios durante el proceso de elaboración y aplicación de ensayos al concreto, así mismo hacer un registro rápido de los resultados que se obtengan.

Ficha técnica. Documento técnico que será utilizado para un registro sistematizado de los resultados directos que se obtienen en laboratorio, además del registro de los resultados finales luego de procesar los del laboratorio.

Equipos de laboratorio. Comprende cada instrumento o máquina necesaria en el proceso de ensayos de los agregados, producción de mezclas de concreto, elaboración

de especímenes y ensayos al concreto.

Validez y confiabilidad.

Desde el punto de vista técnico, la validez y confiabilidad de los resultados se sustenta en la muestra representativa que se ha elegido para este estudio. Donde los resultados finales referentes a las propiedades mecánicas de los tipos de concreto elaborados, resultaron de un promedio de resultados alcanzados por tres especímenes, lo que incrementa la confiabilidad de estos; así mismo otro aspecto importante es que la variable independiente, conformada por la incorporación de residuos de mármol en remplazo del agregado fino y la adición de macro fibras de polipropileno, se trabajó en 4 dosis distintas, lo que permitió elaborar de manera gráfica una curva u otro tipo de gráficos, en los que se pueda establecer con claridad cuál de las dosis empleadas es la óptima, y al mismo tiempo identificar la tendencia marcada en los valores alcanzados. Aspectos que permitieron aplicar de manera precisa el análisis estadístico de datos.

Por otro lado, la validez y confiabilidad de esta investigación recae en el uso de normas técnicas en cada proceso. Cada uno los procedimientos ya sea de estudio de agregados, proceso de preparación de mezclas, elaboración de especímenes y los ensayos que se apliquen, estarán de acorde a las Normas Técnicas Peruanas (NTP) correspondientes, normas de la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (ASTM) y del Instituto Americano del Concreto (ACI); además los instrumentos fueron validados por cinco expertos, de lo cual las fichas de validación se muestran en el Anexo 3.

Procedimiento de análisis de datos

Todos los procesos empleados estuvieron basados en las normas técnicas pertinentes como se mencionó anteriormente. En la Fig.5 y Fig.6 se muestran los diagramas de procesos que se emplearon para obtener los resultados finales en concordancia con los objetivos planteados.

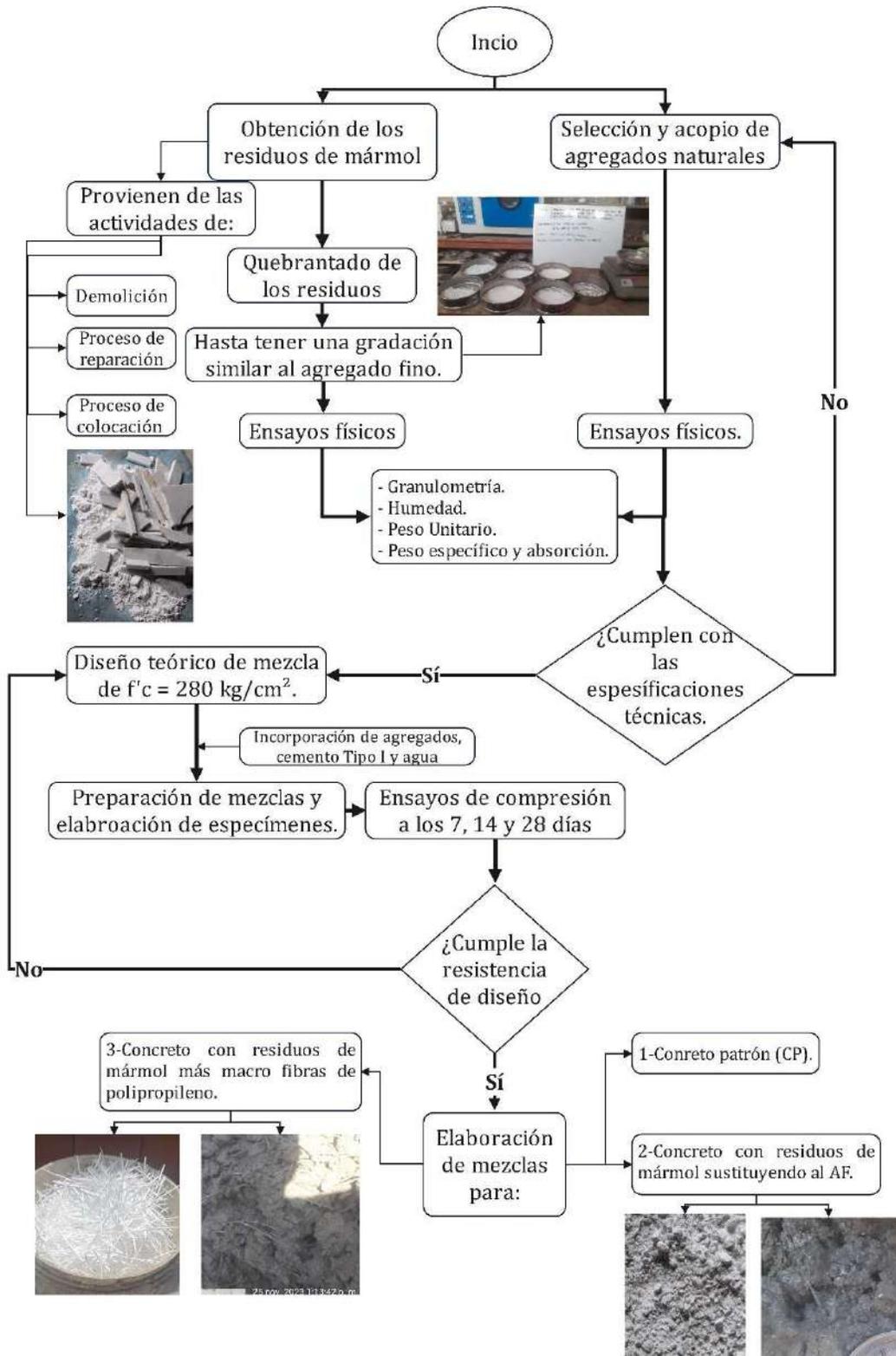


Fig 5. Diagrama de proceso inicial.

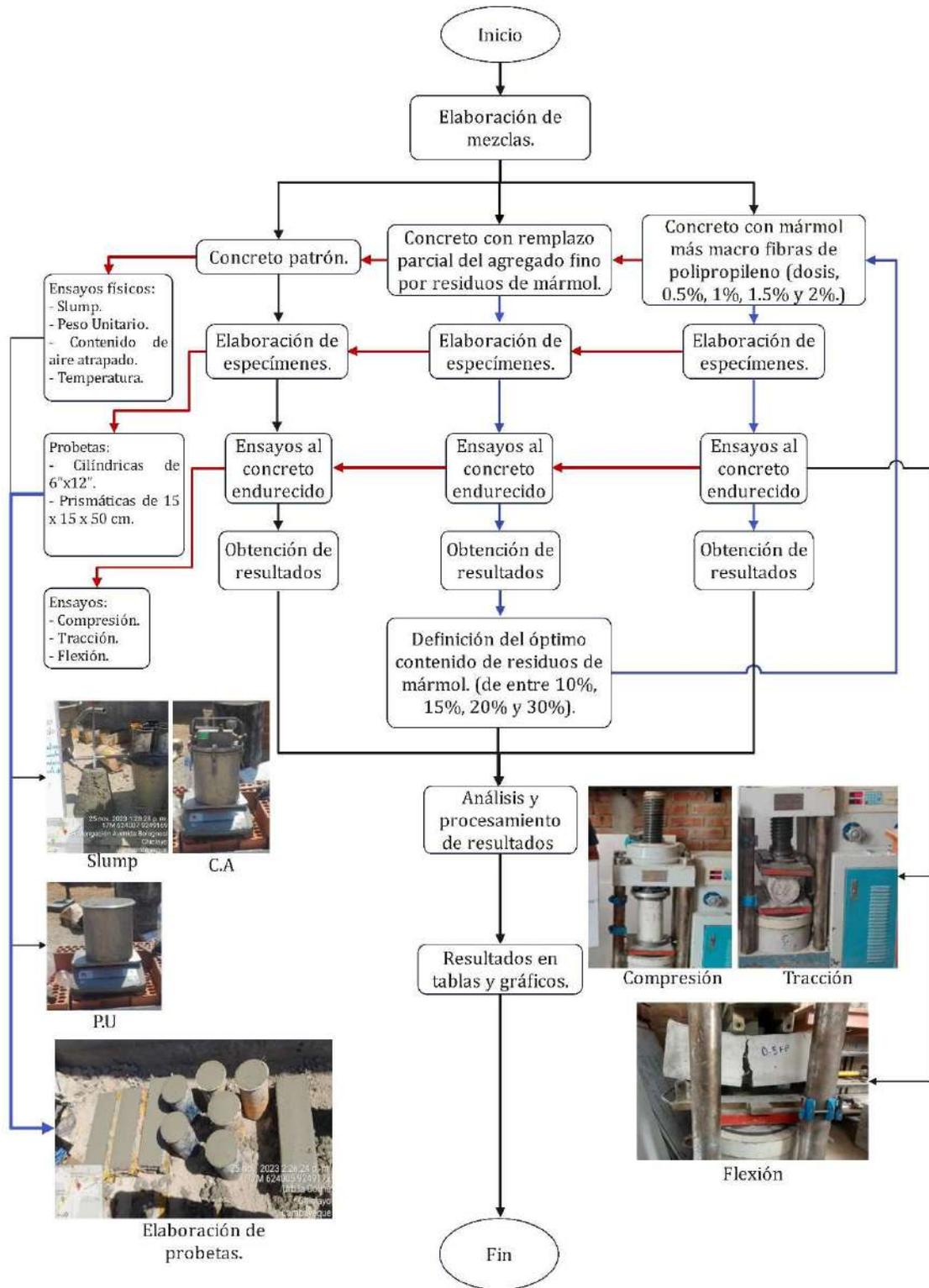


Fig 6. Diagrama de proceso final y obtención de resultados.

Criterios éticos

Siguiendo los lineamientos del código de ética en investigación de la Universidad Señor de Sipán, la aplicación de este estudio contribuye al cuidado del medio ambiente, pues al incorporar residuos de mármol en la mezcla de concreto, además de contribuir a mejorar sus propiedades, permite alcanzar un material más sostenible; tal como define el artículo 6° (b) del código mencionado [43].

Todos los procedimientos empleados para la obtención de los resultados objeto del presente estudio, estuvieron sustentados en lo estipulado en las normas técnicas antes mencionadas, esto con la finalidad que los valores obtenidos reflejen claramente el efecto producido por los materiales incorporados a la mezcla de concreto, de tal manera que se expresaron con total transparencia los resultados hacia la comunidad científica. Con lo cual se cumplió con el rigor científico que ameritó la investigación [43].

Con base en el artículo 7° (a) (b) del código de ética mencionado, es importante precisar que en este estudio en todo momento se respetó la propiedad intelectual de los autores, cuyos estudios se tuvieron en cuenta como referencia y punto de partida de la presente investigación, por ende, se citó y referenció debidamente sus contenidos siguiendo las normas de estilo de citas y referencias IEEE [43].

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados.

Propiedades físicas de los agregados empleados y los residuos de mármol.

En la Tabla V se muestra un resumen de las propiedades físicas de los agregados utilizados y de los residuos de mármol empleados como parte del programa experimental. De lo cual podemos denotar que los residuos de mármol presentaron un módulo de fineza mucho menor al del agregado fino; no obstante, esta dentro de los parámetros de la NTP 400.037, mínimo 2.3 y máximo 3.1.

Tabla V.

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS Y RESIDUOS DE MÁRMOL.

	Propiedades físicas						
	Tamaño máximo nominal (plg)	Módulo de fineza	Contenido de humedad (%)	Peso unitario suelto seco (kg/m ³)	Peso unitario compactado seco (kg/m ³)	Peso específico o seco de masa (kg/m ³)	Absorción (%)
Agregado fino	--	2.791	0.25	1575	1696	2578	1.15
Agregado grueso	1/2"	--	0.26	1344	1451	2599	1.34
Residuos de mármol		2.32	0.12	1245	1395	2385	1.65

En la Fig.7 y Fig.8 se muestra la curva granulométrica para agregado fino y agregado grueso, considerando los límites superior e inferior que establece la NTP 400.037.

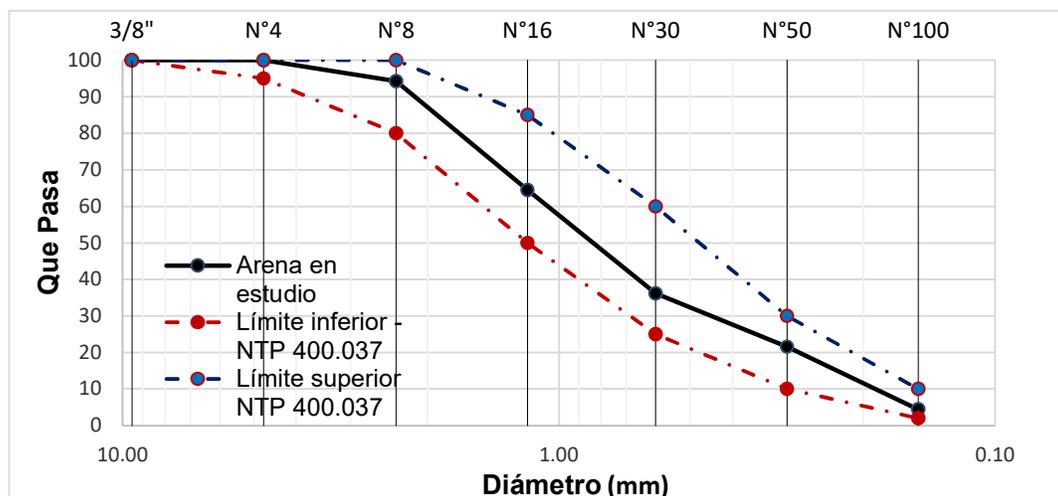


Fig 7. Curva granulométrica del agregado fino.

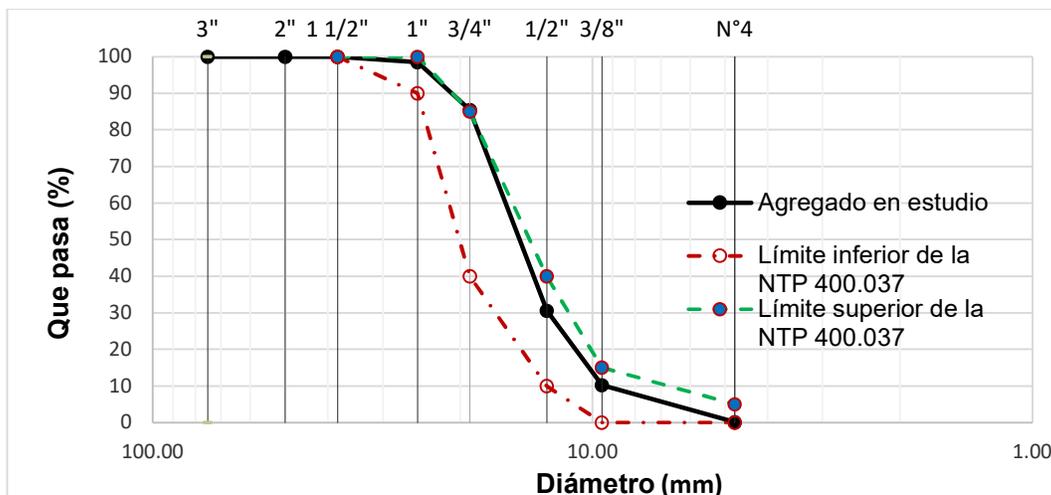


Fig 8. Curva granulométrica del agregado grueso.

Diseño de mezcla.

Del diseño de mezcla considerado para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, la relación agua/cemento fue 0.562, en tanto la dosificación de mezcla en peso fue 1.0 : 1.42 : 1.58 : 23.9 Lts/pie³. En relación a los materiales adicionados al concreto, en la Tabla VI se muestra un resumen de las dosis empleadas en Kg, según dosis en %.

Tabla VI.

ADICIONES EMPLEADAS EN EL CONCRETO.

Mármol				
Adición en función de m ³ de concreto (tanta de ensayo = 0.126)				
	10.00%	15.00%	20.00%	30.00%
	9.25	13.87	18.50	27.75
	Total = 69.364 kg			
Arena	92.49	92.49	92.49	92.49
Arena efectiva - RM	83.24	78.61	73.99	64.74
Fibra de polipropileno				
	0.50%	1%	1.50%	2%
Dosis en kg	0.63	1.26	1.89	2.52

Propiedades físicas y mecánicas del concreto patrón.

La mezcla de CP alcanzó un asentamiento de 4", un peso unitario de 2262.79 kg/m³, un contenido de aire de 1.6% y se elaboró a una temperatura de 30.3°C. En referencia a las propiedades mecánicas, el CP alcanzó una resistencia a la compresión

de 318.04 kg/cm², una resistencia mecánica a la tracción de 29.24 kg/cm², resistencia a la flexión de 45.58 kg/cm² y módulo de elasticidad de 234963.49 kg/cm², para ensayos a la edad de 28 días de curado.

Propiedades físicas y mecánicas del concreto con remplazo parcial del agregado fino por mármol residual en dosis de 10, 15, 20 y 30%.

De los resultados expresados en la Fig.9, en la Fig.9 (a) podemos observar que los residuos de mármol conducen a una reducción en la trabajabilidad de las mezclas de concreto, pasando de un slump de 4" en la mezcla CP a 2 1/2" en C30RM; en relación al peso específico, Fig.9 (b), de igual manera se vio reducido consecutivamente a medida que se incrementó el contenido de remplazo de residuos de mármol.

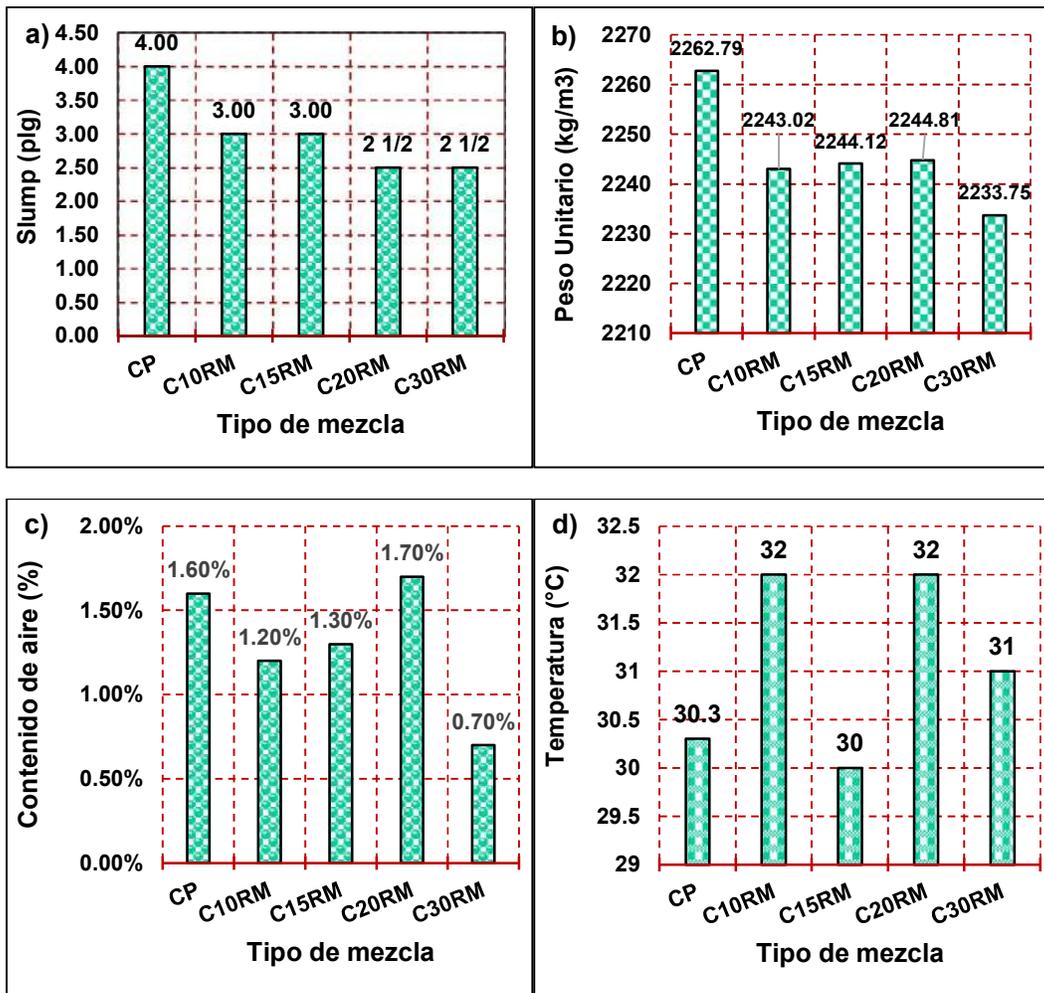


Fig 9. Propiedades físicas del concreto con remplazo parcial del agregado fino por residuos de mármol.

Resistencia a la compresión.

Los procedimientos empleados siguieron lo indicado en la norma técnica NTP 339.034 [44] y ASTM C39 [45]. Los resultados denotan que los RM en remplazo del AF permitieron incrementos sucesivos en la resistencia, alcanzando un máximo valor con una sustitución de 20%, a partir de esta dosis, los valores obtenidos fueron decreciendo. Con lo cual, para C10RM, C15RM, C20RM y C30RM, los porcentajes de incremento y decremento en relación al CP con resultados a los 28 días, fueron 1.31%, 1.78%, 2.73% y - 5.61%, respectivamente. Siendo la dosis óptima de remplazo, 20% de RM, pues permite alcanzar el máximo resultado, 326.73 kg/cm² a la edad de 28 días de curado, como se observa en la Fig. 10.

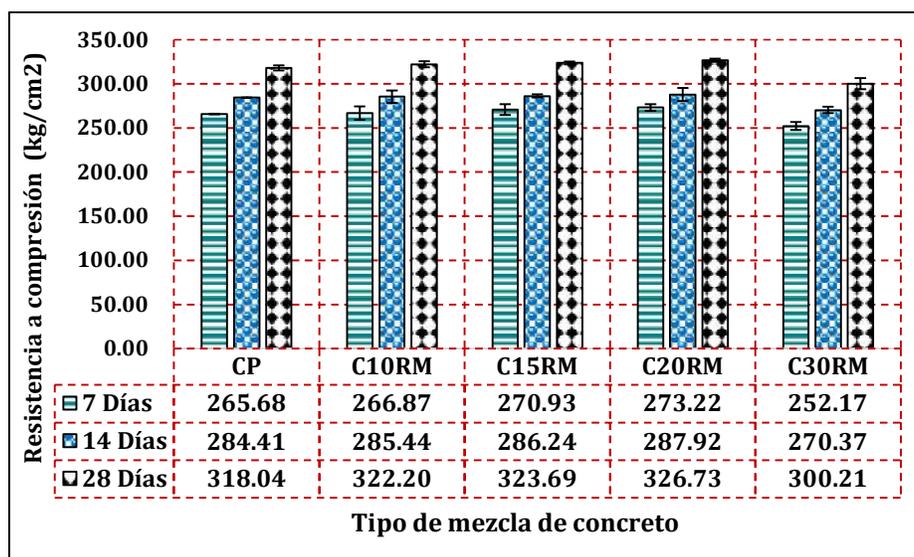


Fig 10. Resistencia a la compresión del concreto con remplazo parcial del AF por RM.

Resistencia a la tracción.

Se determinó según la NTP 339.084 [46] y ASTM C496/C496M-11 [47]. De resultados obtenidos a los 28 días, para muestra con remplazo parcial de la arena por RM, los incrementos en la resistencia en relación al CP, fueron 3.55% y 7.80% en tanto la disminución en los valores de resistencia fueron en un 15.95% y 21.14%, para C10RM, C15RM, C20RM y C30RM, correspondientemente. Con lo cual el máximo valor obtenido fue 31.52 kg/cm², empleando una dosis de RM en 15% como se observa en

la Fig 11.

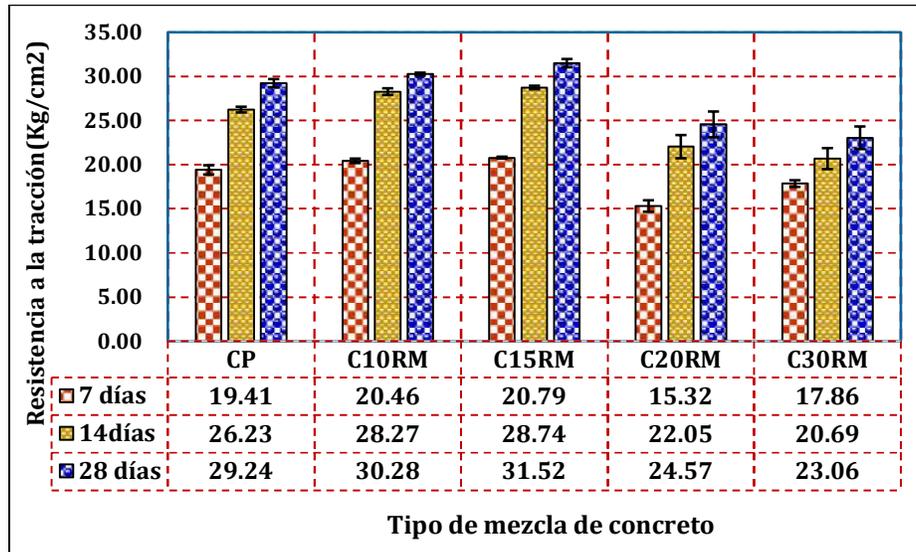


Fig 11. Resistencia a la tracción del concreto con remplazo parcial del AF por RM.

Resistencia a la flexión.

El procedimiento experimental se aplicó mediante la NTP 339.078 [48] y ASTM C78 [49]. De los ensayos aplicados a los 28 días, para concreto con remplazo parcial de la arena por RM, se determinaron valores de M_r superiores al CP en 0.23%, 7.57% y 14.73% e inferiores en 4.95% para C10RM, C15RM, C20RM y C30RM, respectivamente, como se muestra en Fig.12.

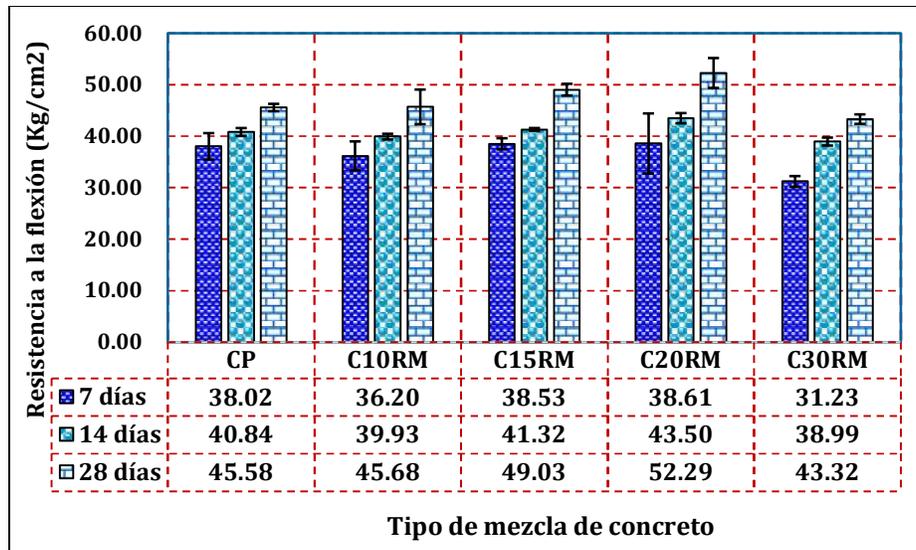


Fig 12. Resistencia a la flexión del concreto con remplazo parcial del AF por RM.

Módulo de elasticidad.

El procedimiento experimental se aplicó mediante la ASTM C-469. De los ensayos aplicados a los 28 días, para concreto con remplazo parcial de la arena por RM, se determinaron valores de módulo de elasticidad superiores al CP en 1.44%, 1.75% y 2.85% e inferiores en 5.23% para C10RM, C15RM, C20RM y C30RM, respectivamente, como se muestra en Fig.13.

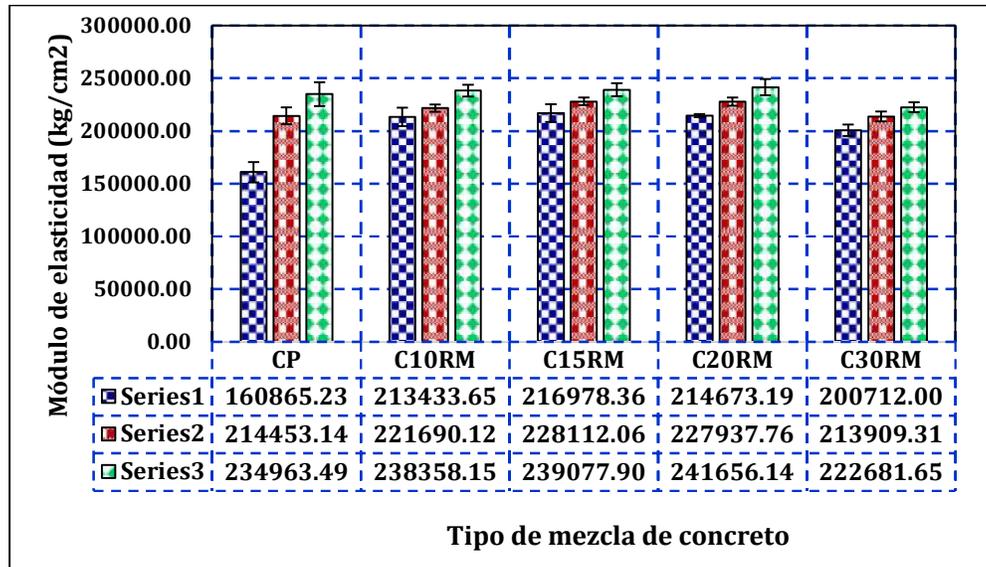


Fig 13. Módulo de elasticidad del concreto con remplazo parcial del AF por RM.

Propiedades físicas y mecánicas del concreto con óptimo contenido de residuos de mármol e incorporación de macro fibra de polipropileno en 0.5, 1, 1.5 y 2%.

En relación a las propiedades físicas del concreto, cuando se añadió las FPm el efecto fue similar a muestras con solo RM/AF, no obstante, se obtuvieron valores para la trabajabilidad más bajos, hasta 2" en C20RM-2.0FPm., como se muestra en la Fig.14 (a), lo mismo sucedió en los valores de peso unitario, pasando de 2262.79 kg/m³ en CP a 2165.28 kg/m³ en C20RM-2.0FPm, como se observa en la Fig.14 (b)

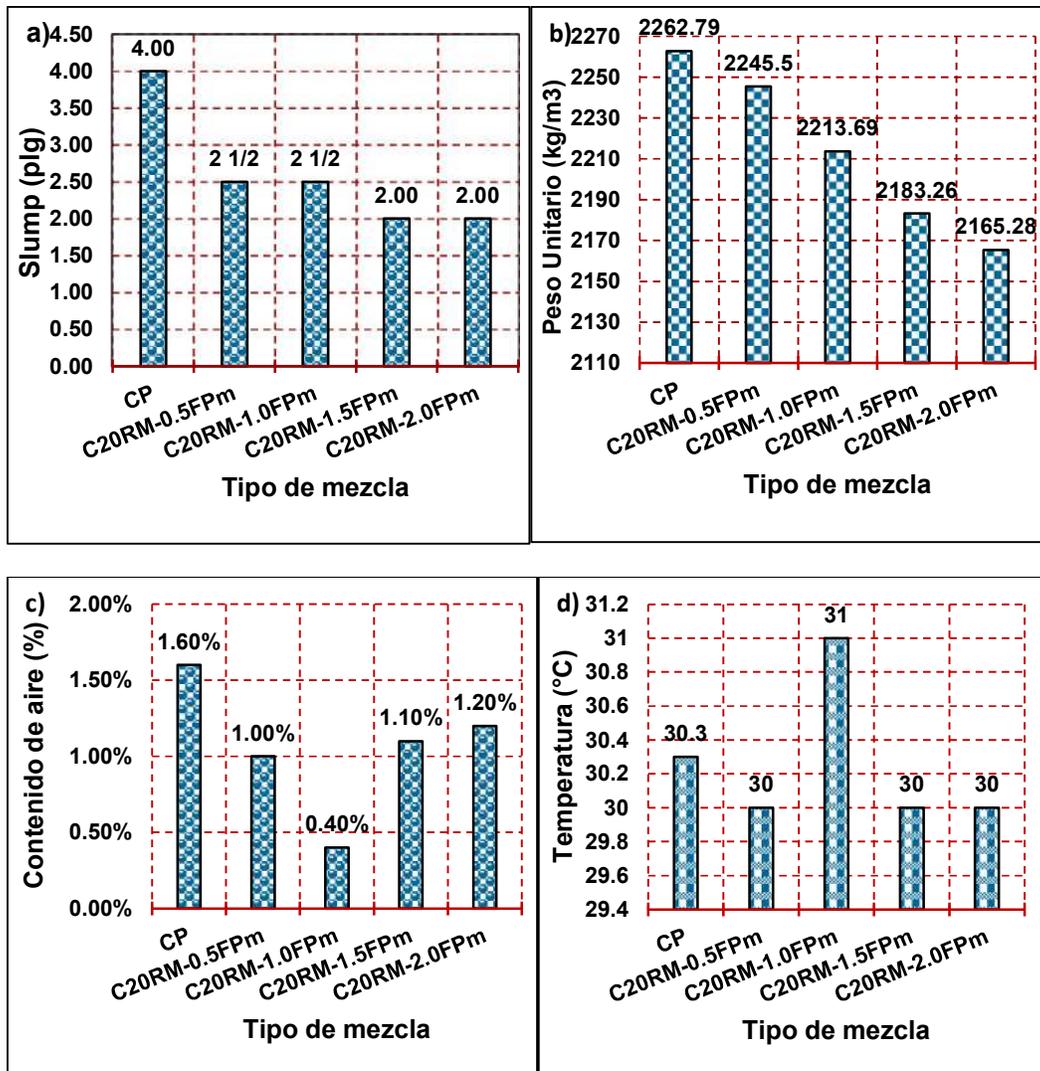


Fig 14. Propiedades físicas del concreto con óptimo contenido de RM e incorporación de FPm.

Resistencia a la compresión.

Para muestras de concreto con óptimo contenido de remplazo parcial del agregado fino por RM más FPm, se obtuvieron valores de resistencia superiores a la del CP hasta la mezcla C20RM-1.0FPm, con lo cual para la FPm dosis que exceden 1% produjeron que la resistencia se deteriore. Así, los incrementos en la resistencia fueron de 0.71% y 4.17%, y decrementos en -11.78% y -13.29%, para C20RM-0.5FPm, C20RM-1.0FPm, C20RM-1.5FPm y C20RM-2.0FPm, respectivamente. Siendo la dosis óptima de combinación de RM y FPm, 20% de remplazo parcial del agregado fino por

RM más 1% de FPm, pues permiten alcanzar la máxima resistencia en compresión, 331.30 kg/cm², como se muestra en la Fig 15.

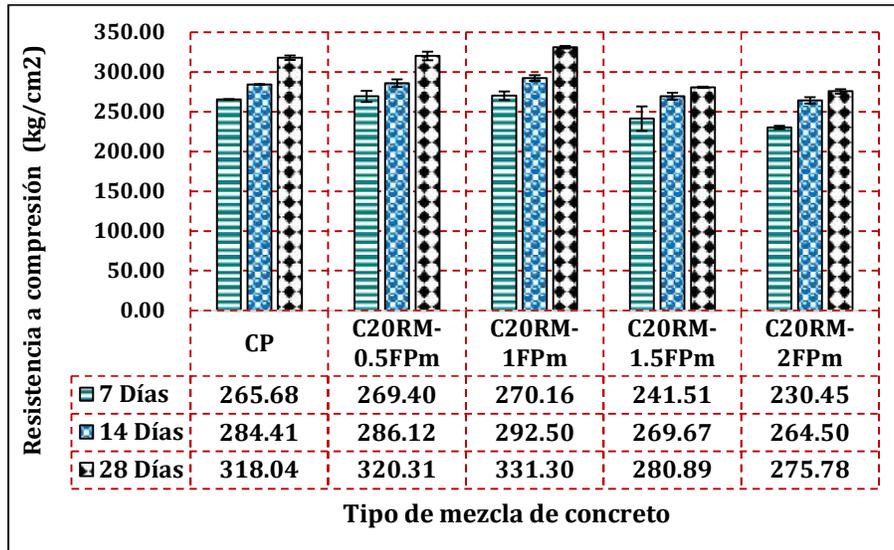


Fig 15. Resistencia a la compresión del concreto con óptimo contenido de RM e incorporación de FPm.

Resistencia a la tracción.

Cuando se empleó la combinación de RM en 20% más FPm, se determinó incrementos secuenciales en función del incremento en la dosis de fibra, con lo cual, en relación al CP, los incrementos producidos en la resistencia fueron de 3.84%, 13.21%, 23.57% y 33.11%, para C20RM-0.5FPm, C20RM-1.0FPm, C20RM-1.5FPm y C20RM-2.0FPm, correspondientemente; siendo el máximo valor de resistencia a tracción obtenido, 38.92 kg/cm² con RM en 20% y FPm en 2% como se aprecia en la Fig.16.

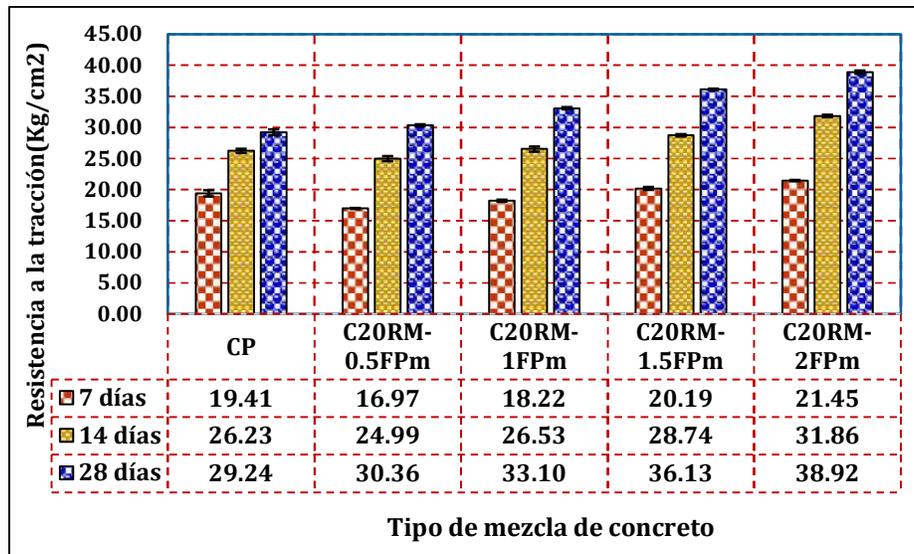


Fig 16. Resistencia a la tracción del concreto con óptimo contenido de RM e incorporación de FPm.

Resistencia a la flexión.

Para muestras con remplazo parcial de la arena por RM en óptima dosis más incorporación de FPm, se determinó incrementos sucesivos en valores de Mr en relación al CP, equivalentes a 34.59%, 41.18%, 56.31% y 62.76% para C20RM-0.5FPm, C20RM-1.0FPm, C20RM-1.5FPm y C20RM-2.0FPm, respectivamente, con resultados los 28 días de curado, como se muestra en la Fig.17. Lo que indica que las fibras le aportan al concreto un mejor comportamiento a la tensión por flexión, pues la forma de puente en que estas se disponen en la composición del concreto es uno de los principales factores.

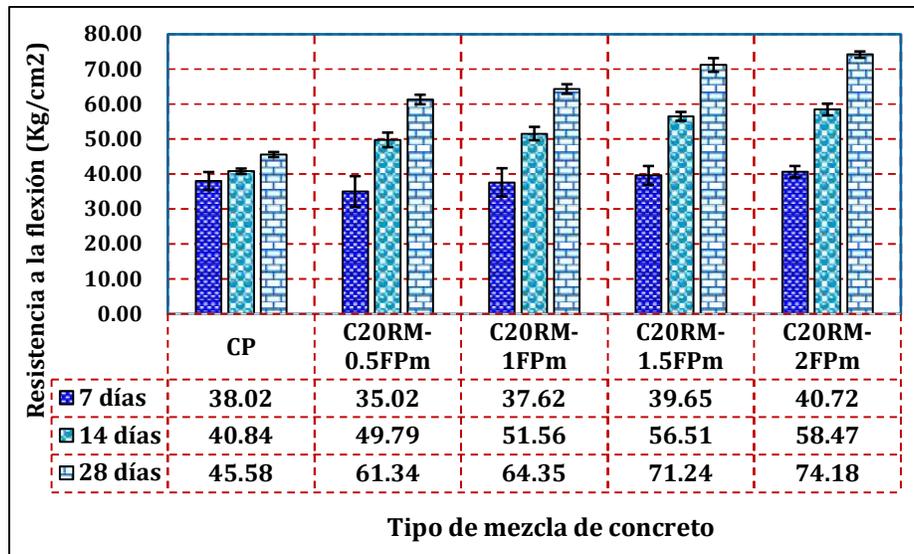


Fig 17. Resistencia a la flexión del concreto con óptimo contenido de RM e incorporación de FPm.

Módulo de elasticidad.

Para muestras con remplazo parcial de la arena por RM en óptima dosis más incorporación de FPm, se determinó incrementos en valores de módulo de elasticidad en relación al CP, equivalentes a 0.91%, 5.73% y decrementos de 11.58% y 12.15% para C20RM-0.5FPm, C20RM-1.0FPm, C20RM-1.5FPm y C20RM-2.0FPm, respectivamente, con resultados los 28 días de curado, como se muestra en la Fig.18.

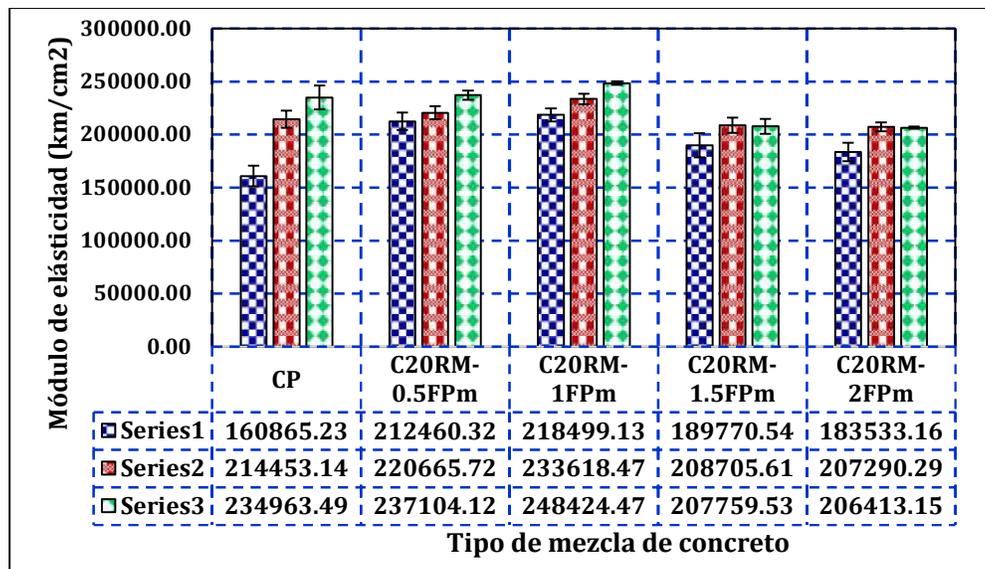


Fig 18. Módulo de elasticidad del concreto con óptimo contenido de RM e incorporación de FPm.

Análisis estadístico

Del análisis estadístico aplicado se determinó que el instrumento es válido para la investigación realizada sobre la “influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural” puesto que la prueba de hipótesis comparativa para diferencias de medias del patrón con residuos de mármol y fibras de polipropileno es significativa ($p < 0.05$), demostrado con una confiabilidad del 95%. Las tablas del análisis aplicado a detalle se muestran en el Anexo 3.

Análisis de costos

Para la presente investigación se consideró como escenario típico el norte del Perú, cabe recalcar que no se consideró en el análisis el transporte de cada material desde el origen hasta el punto de elaboración de la mezcla. Los resultados muestran que la mezcla C20RM es aproximadamente 0.72% más barato que CP y C20RM-1.0FPm incrementa su costo en un 10.31% respecto al CP, incrementando el costo de elaboración debido al precio de la FPm.

3.2. Discusión.

En el concreto con reemplazó del agregado fino por residuos de mármol, para la propiedad mecánica de resistencia a la compresión, en C10RM, C15RM, C20RM y C30RM, los porcentajes de incremento y decremento en relación al CP con resultados a los 28 días, fueron 1.31%, 1.78%, 2.73% y – 5.61%, respectivamente. Siendo la dosis óptima de reemplazo, 20% de RM; esto se aproxima con lo determinado por Ashish [19], pues estableció que la mayor resistencia de compresión se debe al incremento de RM en reemplazo del agregado fino hasta un 15%, en relación a la mezcla de diseño, obteniendo a los 28 días de curado de las probetas, un incremento de 4.5%; lo cual, la dosis óptima es menor y el valor de incremento supera ampliamente lo obtenido en este estudio; en tanto se aproxima de cierta manera a lo determinado por Mhamal y Savoikar [21], pues para una sustitución de 20% del agregado fino por residuos de mármol, dio como resultado un incremento en la resistencia de 14,4%; así mismo guarda cierta

relación con lo establecido por Ofuyatan, et.al [20] pues con 25% de sustitución de la arena por RM se alcanzó la mayor resistencia en referencia de la muestra control, logrando para compresión un incremento en 11%. Por lo que esta variación y diferencia entre los resultados obtenidos y de los estudios referencia, se sustenta en la forma de obtención de los RM, pues provienen de las actividades industriales como el aserrado de mármol, moldeado, pulido, procesos de instalación y demolición en algunos casos [50]; destacando que se produce una gran cantidad de polvo durante su proceso de corte [51]; siendo obtenido en el presente estudio justamente del proceso de aserrado del mármol, procesos de instalación y demolición en algunos casos, por lo que las partículas fueron finas, cuyo módulo de fineza estuvo más próximo al límite mínimo establecido, 2.3. No obstante el incremento producido en la resistencia se atribuyendo al efecto del microllenado que produce las partículas de RM [4].

Para la propiedad mecánica de resistencia a la tracción los incrementos en la resistencia en relación al CP fueron 3.55% y 7.80% en tanto la disminución en los valores de resistencia fueron en un 15.95% y 21.14%, para C10RM, C15RM, C20RM y C30RM, correspondientemente; esto se aproxima en cierto modo con lo expresado por Ashish [19], donde determinó para una dosis de 15% un aumento máximo en la resistencia, en este caso equivalente a 29.0%. Pudiendo explicar este efecto, con la condición de que los RM actúan como material de relleno de los poros existentes en el concreto [52].

Para resistencia a la flexión se determinaron valores de M_r superiores al CP en 0.23%, 7.57% y 14.73% e inferiores en 4.95% para C10RM, C15RM, C20RM y C30RM, respectivamente; originándose un aumento en la resistencia con hasta un 20% de RM en remplazo del agregado fino, pudiendo explicar este suceso, con la condición de que los RM actúan como material de relleno de los poros existentes en el concreto [52]; además, el efecto fortalecedor de los RM es el responsable de establecer que los RM, ocasionan un incremento en la resistencia a la flexión [53].

En tanto para concreto con remplazo del agregado fino por residuos de mármol

en óptimo contenido más macrofibra de polipropileno; en referencia a las propiedades físicas de la mezcla, trasciende mencionar que cuando se adicionó RM y FPm, los valores de asentamiento fueron más bajos, produciéndose una reducción de la consistencia de la mezcla en hasta 50% menos, llegando a obtener un slump de 2" en la mezcla C20RM-2.0 FPm. Siendo importante tener en cuenta que las FP en el concreto fresco podrían formar una estructura en forma de red, lo cual puede dificultar el movimiento de los agregados gruesos, generando la reducción de movilidad y trabajabilidad de la mezcla [10].

Para resistencia a la compresión del concreto, cuando se combinó RM y FPm, los incrementos y decrementos producidos fueron de 0.71%, 4.17%, -11.78% y -13.29%, para C20RM-0.5FPm, C20RM-1.0FPm, C20RM-1.5FPm y C20RM-2.0FPm, respectivamente. Siendo la dosis óptima de combinación de RM y FPm, 20% de RM en remplazo del agregado fino más 1% de FPm. Este efecto se debe a que el concreto reforzado con FPm tiene una mejor tasa total de liberación de energía de fractura en comparación del concreto sin fibra [54]; con lo cual, las dosis recomendadas de FP, oscilan entre 0.5% y 1% [14]; por lo consiguiente Sarikaya y Susurluk [55] determinaron una reducción en la resistencia del concreto hasta 5% en función del aumento en el contenido de fibra, con dosis de 1, 2 y 3%.

Para resistencia mecánica a tracción, cuando se empleó RM y FPm, en relación al CP, los incrementos producidos en la resistencia fueron de 3.84%, 13.21%, 23.57% y 33.11%, para C20RM-0.5FPm, C20RM-1.0FPm, C20RM-1.5FPm y C20RM-2.0FPm, correspondientemente; esto se aproxima con lo expresado por Shi, et.al [10] donde precisan que al utilizar una fracción de volumen que oscila entre 0,7% a 1% de FP; mejora aproximadamente un 10% la resistencia a la tracción. El efecto producido se sustenta en que las FPm en el concreto reducen notablemente el ancho del agrietamiento y tienen un mejor comportamiento frente a los agrietamientos múltiples [9], es por ello que el nivel de interfaz uniforme mantiene unido al concreto con la FP [56].

Mientras que, para resistencia a flexión, con la combinación entre RM y FPm, se determinó incrementos sucesivos en valores de M_r en relación al CP, equivalentes a 34.59%, 41.18%, 56.31% y 62.76% para C20RM-0.5FPm, C20RM-1.0FPm, C20RM-1.5FPm y C20RM-2.0FPm, respectivamente; lo que indica que las fibras le aportan al concreto un mejor comportamiento a la tensión por flexión, pues la forma de puente en que estas se disponen en la composición del concreto es uno de los principales factores; esto guarda cierta relación con Ye, et.al [57], pues suministrando FPm en proporciones de 0, 0.1, 0.15 y 0.2 % con respecto al peso volumétrico del concreto, determinaron que para un porcentaje de 0.2% la resistencia a la flexión alcanza un máximo incremento; así mismo se aproxima de cierta manera con lo expresado por Sadowska-Buraczewska, et. al [23] pues la mejor resistencia a la flexión alcanzada en su estudio, fue con el uso del 1% de fibra de polipropileno, obteniendo una resistencia 27% más por sobre de lo obtenido en la muestra patrón; esto se puede relacionar con que las FPm ayudan a disminuir el agrietamiento por contracción plástica y a la vez reduce el tamaño de las fisuras y grietas [58], es por ello que el nivel de interfaz uniforme mantiene unido al concreto con la FP [56], por lo cual, si se incrementa el volumen de fibras el concreto tiende incrementar su resistencia de flexión posterior al pico del concreto [59].

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Se estableció para los agregados, un módulo de fineza de 2.791 para agregado fino, un tamaño máximo nominal de 1/2" para agregado grueso, en tanto para residuos de mármol se determinó un módulo de fineza de 2.32, siendo bastante cercano al límite mínimo según norma, siendo este aspecto influyente en las propiedades que adquirió el concreto. En tanto para absorción los residuos de mármol fueron más absorbentes, alcanzando 1.65%.

Se determinó para el concreto patrón una consistencia plástica de la mezcla, con un asentamiento de 4", en tanto su valor de resistencia mecánica a compresión superó ampliamente al valor de la resistencia de diseño (280 kg/cm²), obteniendo un $f'c = 318.04 \text{ kg/cm}^2$.

Se determinó para propiedades físicas una reducción de la trabajabilidad de las mezclas con el aumento de los RM, atribuyéndole esto a la cantidad de partículas finas de estos residuos; en tanto para propiedades mecánicas se establece que los RM le aportaron al concreto un comportamiento mejorado bajo carga axial de compresión, cuyo aumento máximo fue equivalente a 2.73% respecto al concreto patrón, con una dosis óptima de 20%, mientras que para flexión, el incremento fue de 14.73%, pues el efecto fortalecedor de los RM ocasionan un incremento en la resistencia a la flexión; entre tanto para tracción, los RM, con un contenido de 15%, mejoraron la resistencia hasta un máximo incremento de 7.80%, pues los RM actúan como material de relleno de los poros existentes en el concreto; y para módulo de elasticidad el máximo incremento fue de 2.85%, con una dosis de RM en 20%.

Se establece que la combinación de RM en óptimo contenido más FPM, ocasionó que a medida que el contenido de FPM aumentó, con RM constante en 20%, la fluidez de la mezcla fue disminuyendo hasta un 50% menos en relación a la muestra control, para el diseño con 20% de RM más FPM en 2%; en tanto para resistencia

mecánica aportó un mejor comportamiento del concreto, para compresión, la resistencia se vio incrementada hasta en un 4.17% más en relación al concreto convencional, con una dosis óptima de 20% de RM y 1% de FPm; entre tanto a medida que el contenido de FPm se aumentó la resistencia a flexión experimentó una mejora, alcanzado un máximo aumento en un 62.76%, con una dosis de RM en 20% y FPm en 2%, debido a que el nivel de interfaz uniforme mantiene unido al concreto con la fibra de polipropileno; a su vez la capacidad del concreto bajo tracción por compresión diametral también se vio mejorada, alcanzando una resistencia máxima superior al concreto convencional en 33.11%, con RM en 20% y FPm en 2%; y para módulo de elasticidad el máximo incremento fue de 5.73%, con RM en 20% más FPm en 1%.

4.2. Recomendaciones.

Se recomienda analizar a profundidad la influencia de la absorción que posee el mármol, en la fluidez de mezcla de concreto.

Se recomienda analizar el nivel de influencia de la gradación de los residuos de mármol en las propiedades mecánicas del concreto, así mismo clasificar debidamente el origen de estos, para determinar con precisión que componente del concreto es más adecuado remplazar, cemento o arena, dependiendo de la gradación de estos.

Se recomienda emplear fibra macro sintética de polipropileno en hasta una dosis ideal de 1%, pues permite una mejora uniforme de todas las propiedades mecánicas.

REFERENCIAS.

- [1] A. Evram, T. Akçaoğlu, K. Ramyar, and B. Çubukçuoğlu, "Effects of waste electronic plastic and marble dust on hardened properties of high strength concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 263, p. 120928, Dec. 2020, doi: 10.1016/J.CONBUILDMAT.2020.120928.
- [2] M. Arun Kumar, S. Balaji, S. Selvapraveen, and P. Kulanthaivel, "Laboratory study on mechanical properties of self compacting concrete using marble waste and polypropylene fiber," *Cleaner Materials*, vol. 6, p. 100156, Dec. 2022, doi: 10.1016/J.CLEMA.2022.100156.
- [3] N. Bheel *et al.*, "Effect of calcined clay and marble dust powder as cementitious material on the mechanical properties and embodied carbon of high strength concrete by using RSM-based modelling," *Helijon*, vol. 9, no. 4, Apr. 2023, doi: 10.1016/J.HELİYON.2023.E15029.
- [4] M. Ahmadi, E. Abdollahzadeh, and M. Kioumarsı, "Using marble waste as a partial aggregate replacement in the development of sustainable self-compacting concrete," *Mater Today Proc*, Apr. 2023, doi: 10.1016/J.MATPR.2023.04.103.
- [5] V. Singhal, R. Nagar, and V. Agrawal, "Use of marble slurry powder and fly ash to obtain sustainable concrete," *Mater Today Proc*, vol. 44, pp. 4387–4392, Jan. 2021, doi: 10.1016/J.MATPR.2020.10.572.
- [6] V. S. Kashyap, G. Sancheti, and J. S. Yadav, "Durability and microstructural behavior of Nano silica-marble dust concrete," *Cleaner Materials*, vol. 7, p. 100165, Mar. 2023, doi: 10.1016/J.CLEMA.2022.100165.
- [7] S. Varadharajan, A. Jaiswal, and S. Verma, "Assessment of mechanical properties and environmental benefits of using rice husk ash and marble dust in concrete," *Structures*, vol. 28, pp. 389–406, Dec. 2020, doi: 10.1016/J.ISTRUC.2020.09.005.
- [8] N. Liang *et al.*, "Study on the Fracture Toughness of Polypropylene–Basalt Fiber-Reinforced Concrete," *Int J Concr Struct Mater*, vol. 15, no. 1, pp. 1–23, Dec.

2021, doi: 10.1186/S40069-021-00472-X/TABLES/5.

- [9] F. R. G. de Sá, F. de A. Silva, and D. C. T. Cardoso, "Tensile and flexural performance of concrete members reinforced with polypropylene fibers and GFRP bars," *Compos Struct*, vol. 253, p. 112784, Dec. 2020, doi: 10.1016/J.COMPSTRUCT.2020.112784.
- [10] F. Shi, T. M. Pham, H. Hao, and Y. Hao, "Post-cracking behaviour of basalt and macro polypropylene hybrid fibre reinforced concrete with different compressive strengths," *Constr Build Mater*, vol. 262, p. 120108, Nov. 2020, doi: 10.1016/J.CONBUILDMAT.2020.120108.
- [11] J. Wang, Q. Dai, R. Si, and S. Guo, "Mechanical, durability, and microstructural properties of macro synthetic polypropylene (PP) fiber-reinforced rubber concrete," *Journal of Cleaner Production*, vol. 234, pp. 1351–1364, Oct. 2019, doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2019.06.272.
- [12] B. Ramesh, V. Gokulnath, and M. Ranjith Kumar, "Detailed study on flexural strength of polypropylene fiber reinforced self-compacting concrete," *Mater Today Proc*, vol. 22, pp. 1054–1058, Jan. 2020, doi: 10.1016/J.MATPR.2019.11.292.
- [13] J. Wang, Q. Dai, R. Si, and S. Guo, "Mechanical, durability, and microstructural properties of macro synthetic polypropylene (PP) fiber-reinforced rubber concrete," *J Clean Prod*, vol. 234, pp. 1351–1364, Oct. 2019, doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2019.06.272.
- [14] A. Asgarian, N. Roshan, and M. Ghalehnovi, "The Strength, Microstructure, and ecological assessment of concrete mix incorporating waste glass powder and polypropylene fiber," *Constr Build Mater*, vol. 371, p. 130726, Mar. 2023, doi: 10.1016/J.CONBUILDMAT.2023.130726.
- [15] N. Balgourinejad, M. Haghififar, R. Madandoust, and S. Charkhtab, "Experimental study on mechanical properties, microstructural of lightweight concrete incorporating polypropylene fibers and metakaolin at high temperatures," *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 18, pp. 5238–5256, May

2022, doi: 10.1016/J.JMRT.2022.04.005.

- [16] S. Zhang, K. Cao, C. Wang, X. Wang, J. Wang, and B. Sun, "Effect of silica fume and waste marble powder on the mechanical and durability properties of cellular concrete," *Constr Build Mater*, vol. 241, p. 117980, Apr. 2020, doi: 10.1016/J.CONBUILDMAT.2019.117980.
- [17] J. Ahmad, O. Zaid, M. S. Siddique, F. Aslam, H. Alabduljabbar, and K. M. Khedher, "Mechanical and durability characteristics of sustainable coconut fibers reinforced concrete with incorporation of marble powder," *Mater Res Express*, vol. 8, no. 7, p. 075505, Jul. 2021, doi: 10.1088/2053-1591/AC10D3.
- [18] A. Shukla, N. Gupta, and K. Kishore, "Experimental investigation on the effect of steel fiber embedded in marble dust based concrete," *Mater Today Proc*, vol. 26, pp. 2938–2945, Jan. 2020, doi: 10.1016/J.MATPR.2020.02.607.
- [19] D. K. Ashish, "Concrete made with waste marble powder and supplementary cementitious material for sustainable development," *J Clean Prod*, vol. 211, pp. 716–729, Feb. 2019, doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2018.11.245.
- [20] O. M. Ofuyatan, A. M. Olowofoyeku, J. Obatoki, and J. Oluwafemi, "Utilization of marble dust powder in concrete," *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 640, no. 1, p. 012053, Nov. 2019, doi: 10.1088/1757-899X/640/1/012053.
- [21] A. A. Mhamal and P. P. Savoikar, "Use of marble and granite dust waste as partial replacement of fine aggregates in concrete," *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*, vol. 1130, no. 1, p. 012013, Jan. 2023, doi: 10.1088/1755-1315/1130/1/012013.
- [22] M. Singh, A. Srivastava, and D. Bhunia, "Long term strength and durability parameters of hardened concrete on partially replacing cement by dried waste marble powder slurry," *Constr Build Mater*, vol. 198, pp. 553–569, Feb. 2019, doi: 10.1016/J.CONBUILDMAT.2018.12.005.
- [23] B. Sadowska-Buraczewska, M. Szafraniec, D. Barnat-Hunek, and G. Lagód, "Flexural Behavior of Composite Concrete Slabs Made with Steel and Polypropylene Fibers Reinforced Concrete in the Compression Zone," *Materials*

2020, Vol. 13, Page 3616, vol. 13, no. 16, p. 3616, Aug. 2020, doi: 10.3390/MA13163616.

- [24] E. A. H. Alwesabi, B. H. A. Bakar, I. M. H. Alshaikh, A. M. Zeyad, A. Altheeb, and H. Alghamdi, "Experimental investigation on fracture characteristics of plain and rubberized concrete containing hybrid steel-polypropylene fiber," *Structures*, vol. 33, pp. 4421–4432, Oct. 2021, doi: 10.1016/J.ISTRUC.2021.07.011.
- [25] I. Andy. Arimana Huamani and L. Alberto. Taquiri Pillaca, "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto f_c : 210 kg/cm², mediante la adición de residuos de mármol, Lima 2020," Universidad César Vallejo, Lima, 2020.
- [26] A. E. Villanueva Serrano, "Factibilidad del aprovechamiento sostenible del polvo de mármol como filler en la elaboración de concreto autocompactante," Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, 2021.
- [27] Jean. Espinoza and Alvaro. Arquíñigo, "Evaluación de la resistencia a la flexión para un pavimento rígido $F'C = 280$ kg/cm², con la adición de fibra de acero y macrofibra de polipropileno frente al diseño tradicional en la Ciudad de Huánuco – 2021," Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco, 2021.
- [28] A. Derly. Mestanza Espinal and Liseth. Tarrillo Tapia, "Evaluación de las Propiedades Mecánicas del Concreto con Adición de Fibra de Vidrio y Macrofibra Sintética de Polipropileno," Universidad Señor de Sipan, Pimentel, 2023.
- [29] Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, "Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) - Informes y publicaciones - Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - Plataforma del Estado Peruano." Accessed: Jul. 29, 2023. [Online]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- [30] J. Montoya, *Hormigon Armado*. Barcelona, 2009.
- [31] F. Zapata, "¿Qué es el módulo de corte, rigidez o cizalladura? (Ejercicios

- resueltos.” Accessed: Jul. 29, 2023. [Online]. Available: <https://www.lifeder.com/modulo-de-corte/>
- [32] Ó. M. ; F.-V. F. Robles. Gonzáles - Cuevas, *Aspectos fundamentales del concreto reforzado*, 4ta ed. México, 2005.
- [33] E. Rivva Lopez, *Diseño de mezclas*. Lima, 2005.
- [34] E. Rivva López, *Supervisión del concreto en obra*. Lima, 2012.
- [35] A. Surahyo, *Concrete Construction: Practical Problems and Solutions*, 2da ed. Springer International Publishing, 2019. doi: 10.1007/978-3-030-10510-5/COVER.
- [36] J. C. ; B. R. H. McCormac, *Diseño de Concreto Reforzado* , 10th ed. México, 2017. [Online]. Available: <http://www.alfaomega.com.co>
- [37] F. A. P. S. Lamus Báez, *Concreto Reforzado Fundamentos*, 1ed ed. Bogotá, 2015.
- [38] ASTM C150-07, *Standard Specification for Portland Cement*. <https://www.astm.org/standards/c150>, 2012.
- [39] K. Vardhan, R. Siddique, and S. Goyal, “Strength, permeation and micro-structural characteristics of concrete incorporating waste marble,” *Constr Build Mater*, vol. 203, pp. 45–55, Apr. 2019, doi: 10.1016/J.CONBUILDMAT.2019.01.079.
- [40] Sika Perú, “SikaFiber® Force PP- 540/52 Macrofibras de polipropileno para reforzamiento del hormigón,” 2012. Accessed: Jul. 29, 2023. [Online]. Available: <https://arg.sika.com/dms/getdocument.get/3d4b0fe9-c6d5-3cf6-af25-0fbb9459cdf7/SikaFiber%20Force%20PP%20540-52.pdf>
- [41] José Arias; Julio Holgado; Tania Tafur; Mario Vásquez, *Metodología de la investigación*, 1st ed. Puno, 2022.
- [42] Mohamed Hadi; Christian Martel; Freddy Huayta; Rómulo Roja; José Ariass;, *Metodología de la Investigación Guía para el proyecto de tesis* , 1st ed. Puno, 2023.
- [43] Universidad Señor de Sipan, *CÓDIGO DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN DE LA*

- UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C. 2023. Accessed: Jul. 09, 2024.
[Online]. Available:
<https://www.uss.edu.pe/uss/TransparenciaDoc/RegInvestigacion/C%C3%B3digo%20de%20C3%89tica.pdf>
- [44] Instituto Nacional de Calidad [INACAL], *Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo [NTP 339.034]*. <https://salalecturavirtual.inacal.gob.pe:8098/datos.aspx?id=33396>, 2021.
- [45] ASTM C39/C39M-23, *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. https://www.astm.org/c0039_c0039m-23.html, 2023.
- [46] Instituto Nacional de Calidad [INACAL], *CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica. Método de ensayo [NTP 339.084]*. <https://salalecturavirtual.inacal.gob.pe:8098/datos.aspx?id=35500>, 2022.
- [47] ASTM C496-96, *Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. <https://www.astm.org/standards/c496>, 2017.
- [48] Instituto Nacional de Calidad [INACAL], *CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo [NTP 339.078]*. <https://salalecturavirtual.inacal.gob.pe:8098/datos.aspx?id=34705>, 2022.
- [49] ASTM C78/C78M-22, *Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)*. https://www.astm.org/c0078_c0078m-22.html, 2022.
- [50] A. Khodabakhshian, J. de Brito, M. Ghalehnovi, and E. Asadi Shamsabadi, "Mechanical, environmental and economic performance of structural concrete containing silica fume and marble industry waste powder," *Constr Build Mater*, vol.

- 169, pp. 237–251, Apr. 2018, doi: 10.1016/J.CONBUILDMAT.2018.02.192.
- [51] R. Rajkumar, N. Umamaheswari, A. Kumar, M. Kumar, L. R. Vineeth Gupta, and R. Pandey, “Flexural behaviour of reinforced concrete beams with partial replacements of metakaolin and marble powder,” *Mater Today Proc*, vol. 34, pp. 550–555, Jan. 2021, doi: 10.1016/J.MATPR.2020.03.111.
- [52] V. Singhal, R. Nagar, and V. Agrawal, “Sustainable use of fly ash and waste marble slurry powder in concrete,” *Mater Today Proc*, vol. 32, pp. 975–981, Jan. 2020, doi: 10.1016/J.MATPR.2020.05.650.
- [53] A. H. Awad and M. H. Abdellatif, “Assessment of mechanical and physical properties of LDPE reinforced with marble dust,” *Compos B Eng*, vol. 173, p. 106948, Sep. 2019, doi: 10.1016/J.COMPOSITESB.2019.106948.
- [54] J. Wang, Q. Dai, R. Si, and S. Guo, “Mechanical, durability, and microstructural properties of macro synthetic polypropylene (PP) fiber-reinforced rubber concrete,” *J Clean Prod*, vol. 234, pp. 1351–1364, Oct. 2019, doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2019.06.272.
- [55] H. Sarıođkaya and G. Susurluk, “Effect of polypropylene fiber addition on thermal and mechanical properties of concrete,” *Research on Engineering Structures and Materials*, 2019, doi: 10.17515/RESM2018.72MA1109.
- [56] P. V. Ramana, A. Surendranath, A. Agnihotri, and K. Bisht, “Functioning of bi-material interface intended for polypropylene fibre concrete,” *Mater Today Proc*, vol. 38, pp. 3397–3404, Jan. 2021, doi: 10.1016/J.MATPR.2020.10.733.
- [57] P. Ye, Z. Chen, and W. Su, “Mechanical properties of fully recycled coarse aggregate concrete with polypropylene fiber,” *Case Studies in Construction Materials*, vol. 17, p. e01352, Dec. 2022, doi: 10.1016/J.CSCM.2022.E01352.
- [58] B. Cano, J. Galarza, J. Rodríguez, and F. García, “Cracking Control in Mezzanine Floor Slabs using Rice Husk Ash and Polypropylene Fibers,” *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 758, no. 1, p. 012065, Feb. 2020, doi: 10.1088/1757-899X/758/1/012065.

- [59] B. Li, Y. Chi, L. Xu, Y. Shi, and C. Li, "Experimental investigation on the flexural behavior of steel-polypropylene hybrid fiber reinforced concrete," *Constr Build Mater*, vol. 191, pp. 80–94, Dec. 2018, doi: 10.1016/J.CONBUILDMAT.2018.09.202.
- [60] M. Tawfik, A. El-Said, A. Deifalla, and A. Awad, "Mechanical Properties of Hybrid Steel-Polypropylene Fiber Reinforced High Strength Concrete Exposed to Various Temperatures," *Fibers*, vol. 10, no. 6, p. 53, Jun. 2022, doi: 10.3390/FIB10060053/S1.
- [61] J. Blazy and R. Blazy, "Polypropylene fiber reinforced concrete and its application in creating architectural forms of public spaces," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 14, p. e00549, Jun. 2021, doi: 10.1016/J.CSCM.2021.E00549.

ANEXOS

Anexo 1. Acta de aprobación de asesor.

Anexo 2. Acta de aprobación del asesor.



ACTA DE APROBACIÓN DEL ASESOR

Yo **Céspedes Deza José Alfredo Rolando** quien suscribe como asesor designado mediante Resolución de Facultad N° 0385-2024/FIAU-USS, del proyecto de investigación titulado, **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural**, desarrollado por los estudiantes: **Díaz Chávez Ulises, León Chávez José Antonio**, del programa de estudios de **Ingeniería Civil**, acredito haber revisado, y declaro expedito para que continúe con el trámite pertinentes.

En virtud de lo antes mencionado, firman

Nombre: Céspedes Deza José Alfredo rolando	DNI: 72354164	
---	---------------	--

Pimente!, 08 de julio de 2024

Anexo 2. Carta o correo de recepción del manuscrito remitido por la revista.

9/7/24, 22:51 Correo de Universidad Señor de Sipán - IISS-D-24-01014 - Innovative Infrastructure Solutions - Submission Confirmation Use of ...



ULISES DIAZ CHAVEZ <dchavezulises@uss.edu.pe>

IISS-D-24-01014 - Innovative Infrastructure Solutions - Submission Confirmation Use of macro synthetic polypropylene fiber on the properties of concrete reinforced with marble residue: A particular case for co-author - [EMID:c3085202cc860713]

Innovative Infrastructure Solutions (IISS) <em@editorialmanager.com> 9 de julio de 2024, 21:46
Responder a: "Innovative Infrastructure Solutions (IISS)" <reddiroja.cherasala@springer.com>
Para: Ulises Díaz Chávez <dchavezulises@uss.edu.pe>

IISS-D-24-01014
"Use of macro synthetic polypropylene fiber on the properties of concrete reinforced with marble residue: A particular case"
Full author list: Ulises Díaz Chávez; José Antonio León Chávez; Juan Martín García Chumacero

Dear Bachelor Ulises Chávez,

We have just received the submission entitled: "Use of macro synthetic polypropylene fiber on the properties of concrete reinforced with marble residue: A particular case" for possible publication in Innovative Infrastructure Solutions, and you are listed as one of the co-authors.

The manuscript has been submitted to the journal by Dr. Engineer Juan Martín García Chumacero who will be able to track the status of the paper through his/her login.

If you have any objections, please contact the editorial office as soon as possible. If we do not hear back from you, we will assume you agree with your co-authorship.

Thank you very much.

With kind regards,

Springer Journals Editorial Office
Innovative Infrastructure Solutions

This letter contains confidential information, is for your own use, and should not be forwarded to third parties.

Recipients of this email are registered users within the Editorial Manager database for this journal. We will keep your information on file to use in the process of submitting, evaluating and publishing a manuscript. For more information on how we use your personal details please see our privacy policy at <https://www.springeremature.com/production-privacy-policy>. If you no longer wish to receive messages from this journal or you have questions regarding database management, please contact the Publication Office at the link below.

In compliance with data protection regulations, you may request that we remove your personal registration details at any time. (Use the following URL: <https://www.editorialmanager.com/iiss/login.asp?a=r>). Please contact the publication office if you have any questions.

<https://mail.google.com/mail/u/0/?ik=9c6bfb54cd&view=pt&search=all&permmsgid=msg-f:1604156469544611000&simpl=msg-f:16041564695446...> 1/

Anexo 3. Matriz de consistencia, instrumentos, Inventarios, Documentos ilustrativos, Evidencias, que se utilizaron en el desarrollo de la investigación.

- Matriz de consistencia.

Tabla VII.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	
Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.	¿De qué manera influyen los residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural?	Objetivo General	Hipótesis general Los residuos de mármol y la incorporación de la macrofibra de polipropileno permiten propiedades mejoradas en el concreto de $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$, con dosis óptimas de 20% y 1%, respectivamente.	Variable independiente	Características físicas del residuo de mármol para remplazar al agregado fino.	a) propiedades físicas	
		OG: determinar la influencia de los residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto de diseño $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$.		Objetivos específicos		Remplazo de agregado fino por residuos de mármol e incorporación de macrofibras de polipropileno.	1. Granulometría (MF)
							2. Peso específico y abs. (g/cm ³)
							3. Peso unitario.(g/cm ³)
					4. Humedad.(%)		
Obtener las propiedades físicas de los agregados pétreos y de los residuos de mármol a emplear como remplazo del agregado fino.	Propiedades de la macrofibra de polipropileno	a) propiedades físicas					
Establecer las propiedades físicas y		Propiedades Físicas del concreto patrón	1. Tamaño promedio (mm)				
			2. Diámetro (mm)				
		3. Densidad (g/cm ³)					
		4. Resistencia a la tenacidad. (MPa)					
			1 - SLUMP				
			2.- Peso unitario.				

		mecánicas del concreto patrón;			con remplazo parcial del agregado fino por mármol residual e incorporación de macrofibras de polipropileno.	3.- Contenido de aire atrapado.
		Determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto con remplazo parcial del agregado fino por mármol residual en dosis de 10, 15, 20 y 30%.		Propiedades físicas y mecánicas del concreto de $f_c = 280$ kg/cm ² .	Propiedades mecánicas del concreto patrón con remplazo parcial del agregado fino por mármol residual e incorporación de macrofibras de polipropileno.	1.-Resistencia a la compresión (kg/cm ²). 2.- Módulo de elasticidad. (kg/cm ²). 3.-Resistencia a la flexión ((kg/cm ²). 4.- Resistencia a la tracción. (kg/cm ²).
		Establecer las propiedades físicas y mecánicas del concreto con óptimo contenido de residuos de mármol e incorporación de macro fibra de polipropileno en 0.5, 1, 1.5 y 2%.				

- Operacionalización de variables.

Tabla VIII.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE DEPENDIENTE.

Variable de estudio	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición	
Propiedades físicas y mecánicas del concreto de $f'c = 280$ kg/cm ² .	Son propiedades del concreto que depende de las características y propiedades de sus principales componentes, del diseño de mezcla aplicado según la resistencia requerida y de la incorporación de otros componentes adicionales a los tradicionales, como refuerzos de fibra, de ser el caso[60].	Se determinarán las propiedades del concreto tradicional y los efectos de la sustitución del agregado fino por residuos de mármol, y además la incorporación de macrofibras de polipropileno, en cada una de sus propiedades, tanto en esta fresco y endurecido.	Propiedades Físicas del concreto patrón con remplazo parcial del agregado fino por mármol residual e incorporación de macrofibras de polipropileno.	a) propiedades físicas		Ficha de laboratorio, ficha técnica y los equipos de laboratorio de ensayo de materiales.	kg/cm ²	Cuantitativa continua.	De intervalo.	
				1. SLUMP	pulg.					pulg.
				2. Peso unitario	g/cm ³					g/cm ³
						a) propiedades mecánicas				
						3. Contenido de aire	%		%	
						1. Resistencia a la compresión	kg/cm ²			
				2. Resistencia a la tracción	MPa		MPa			
				3. Resistencia a la flexión-	MPa		MPa			

Tabla IX.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE INDEPENDIENTE.

Variable de estudio	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición		
Residuos de mármol y macrofibras de polipropileno.	Los residuos del mármol provienen, de entre otras actividades, de los procesos de corte para obtener diferentes formas y tamaños, aplicados a losas o bloques de mármol [39]. Las macrofibras de polipropileno con un tipo de fibras poliméricas, denominadas fibras estructurales, cuya longitud oscila entre 30y 50 mm [61].	El agregado fino será sustituido parcialmente por los residuos de mármol, es así como mediante ensayos determinaremos su influencia en las propiedades del concreto. Entre tanto las macrofibras de polipropileno se le adicionará en diferentes porcentajes, al diseño óptimo de concreto con residuos de mármol sustituyendo parcialmente agregado fino.	Características físicas del residuo de mármol para remplazar al agregado fino. Propiedades de la macrofibra de polipropileno	a) propiedades físicas		Ficha de laboratorio y ficha técnica.	MF	Cuantitativa continua.	De intervalo.		
				1. Granulometría.	Módulo de fineza.					g/cm ³	
				2. Peso específico y absorción.	g/cm ² %					%	
				3. Peso unitario.	g/cm ³					g/cm ³	
				4. Humedad.	%					%	
				a) propiedades físicas						mm	mm
				1. Tamaño promedio	mm						
				2. Diámetro	mm						
				3. Densidad	g/cm ³						
				4. Resistencia a la tenacidad.	Mpa					Mpa	

***Validación de Instrumentos de
recolección de datos.***

Colegiatura N°

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
VÁSQUEZ GUIN JOSE YONER	SUPERVISOR de obra CONSORCIO Sipón-Santa Rosa	Prueba de Compresión, Flexión y Tracción	Díaz Chávez Ulises León Chávez José Antonio
Título de la Investigación: Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.			

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.

ÍTEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Compresión	A	conforme
Flexión	A	conforme
Tracción	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
	$F'c=280\text{kg/cm}^2$								
1	Compresión	X		X		X		X	
2	Flexión	X		X		X		X	
3	Tracción	X		X			X	X	

Observaciones:

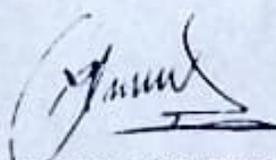
*El estudio cuenta la suficiente capacidad
en los ensayos realizados*

Opinión de aplicabilidad:

- Aplicable ()
- Aplicable después de corregir ()
- No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad: Ingeniero Civil


JOSE YONER VASQUEZ GUVAR
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 320589

Juez
Experto

Colegiatura N° 332789

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
Idrogo Frigoín Alexander	Supervisión de obra Consorcio 28 de Julio	Prueba de Compresión, Flexión y Tracción	Díaz Chávez Ulises León Chávez José Antonio
Título de la investigación: Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.			

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
Compresión	A	Conforme.
Flexión	A	Conforme.
Tracción	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
	F'c=280kg/cm²								
1	Compresión	α		α		α		α	
2	Flexión	α		α		α		α	
3	Tracción	α		α			α	α	

Observaciones

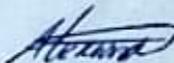
El estudio PRESENTA LA SUFICIENTE
CAPACIDAD EN LOS ENSAYOS REALIZADOS.

Opinión de aplicabilidad:

- Aplicable ()
- Aplicable después de corregir ()
- No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad: Ingeniero Civil


ALEXANDER IDROGO IRIGOIN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 332789

Juez
Experto

Colegiatura N° 320516

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
Gonzales M. JOSE ANTHONY LAZARO.	Ingeniero civil en grupo EOP. Ingenieros Perú SAC	Prueba de Compresión, Flexión y Tracción	Díaz Chávez Ulises León Chávez José Antonio
Título de la Investigación: Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.			

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
Compresión	A	conforme
Flexión	A	conforme
Tracción	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
	F'c=280kg/cm²								
1	Compresión	α		α		α		α	
2	Flexión	α		α		α		α	
3	Tracción	α		α			α	α	

Observaciones:

El ESTUDIO MANIFIESTA CAPACIDAD
EN LOS ENSAYOS REALIZADOS.

Opinión de aplicabilidad:

- Aplicable ()
- Aplicable después de corregir ()
- No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad: Ingeniero Civil


ANTHONY LIZARDO GONZALES ^{ING. CIVIL}
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 820918

Juez
Experto

Colegiatura N° 320474

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
Cabanillas Hernandez Griser Yaimir	Ingeniero Civil en consultoría y construcción PNC	Prueba de Compresión, Flexión y Tracción	Díaz Chávez Ulises León Chávez José Antonio
Título de la Investigación: Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.			

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
Compresión	A	Conforme
Flexión	A	Conforme
Tracción	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
	$F'c=280\text{kg/cm}^2$								
1	Compresión	α		α		α		α	
2	Flexión	α		α		α		α	
3	Tracción	α		α			α	α	

Observaciones

La presente investigación presenta la suficiente capacidad en los ensayos realizados.

Opinión de aplicabilidad:

- Aplicable ()
- Aplicable después de corregir ()
- No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad: Ingeniero Civil



GERSON YAMBIRO CABALLEROS HERNANDEZ
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 320474

Juez
Experto

Colegiatura N° 324531

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
MENDOZA MEDINA ELFEREZ	RESIDENTE	Prueba de Compresión, Flexión y Tracción	Díaz Chávez Ulises León Chávez José Antonio
Título de la Investigación: Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.			

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
Compresión	A	Conforme
Flexión	A	Conforme
Tracción	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
	F'c=280kg/cm²								
1	Compresión	✓		✓		✓		✓	
2	Flexión	✓		✓		✓		✓	
3	Tracción	✓		✓			✓	✓	

Observaciones

El estudio presenta suficiencia en los ensayos realizados.

Opinión de aplicabilidad:

- Aplicable ()
- Aplicable después de corregir ()
- No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad: Ingeniero Civil

ELFEREZ BENDOZA MEDINA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 324531



Juez
Experto

Análisis estadístico

1. Prueba de hipótesis para resistencia a compresión con residuos de mármol al 10%; 15%; 20% y 30%.

		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Par 1	patrón	289.3767	3	26.53099	15.31767
	10%RM	291.5033	3	28.15893	16.25756
Par 2	patrón	289.3767	3	26.53099	15.31767
	15%RM	293.6200	3	27.14319	15.67113
Par 3	patrón	289.3767	3	26.53099	15.31767
	20%RM	295.9567	3	27.64545	15.96111
Par 4	patrón	289.3767	3	26.53099	15.31767
	30%RM	274.2500	3	24.25389	14.00299

		t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	patrón - 10%RM	-2.090	2	.172
Par 2	patrón - 15%RM	-3.501	2	.073
Par 3	patrón - 20%RM	11.120	2	.005
Par 4	patrón - 30%RM	-4.190	2	.008

En la tabla se observa que en la prueba de hipótesis comparativa para diferencias de medias del patrón con residuos de mármol (RM) al 10%; 15%; 20% y 30% para resistencia a la compresión significativa ($p < 0.05$) y óptima está dada al 20% de residuos de mármol ($t = 11.120$) demostrado con una confiabilidad del 95%.

2. Prueba de hipótesis para resistencia a flexión con residuos de mármol al 10%; 15%; 20% y 30%.

		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Par 1	patrón	4.0667	3	.37448	.21620
	10%RM	3.9833	3	.46822	.27033
Par 2	patrón	4.0667	3	.37448	.21620
	15%RM	4.2133	3	.53407	.30835
Par 3	patrón	4.0667	3	.37448	.21620
	20%RM	4.3967	3	.67892	.39198
Par 4	patrón	4.0667	3	.37448	.21620
	30%RM	3.7100	3	.60258	.34790

		t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	patrón - 10%RM	1.519	2	.028
Par 2	patrón - 15%RM	-1.517	2	.026
Par 3	patrón - 20%RM	2.270	2	.020
Par 4	patrón - 30%RM	-1.877	2	.015

En la tabla se observa que en la prueba de hipótesis comparativa para diferencias de medias del patrón con residuos de mármol (RM) al 10%; 15%; 20% y 30% para resistencia a la flexión significativa ($p < 0.05$) y óptima está dada al 20% de residuos de mármol ($t = 2.270$) demostrado con una confiabilidad del 95%.

3. Prueba de hipótesis para resistencia a tracción con residuos de mármol al 10%; 15%; 20% y 30%.

		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Par 1	patrón	2.4467	3	.49662	.28672
	10%RM	2.5833	3	.50649	.29242
Par 2	patrón	2.4467	3	.49662	.28672
	15%RM	2.6500	3	.54525	.31480
Par 3	patrón	2.4467	3	.49662	.28672
	20%RM	2.0233	3	.47014	.27144
Par 4	patrón	2.4467	3	.49662	.28672
	30%RM	2.0133	3	.25541	.14746

		t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	patrón - 10%RM	-4.298	2	.050
Par 2	patrón - 15%RM	-6.194	2	.025
Par 3	patrón - 20%RM	22.810	2	.002
Par 4	patrón - 30%RM	3.028	2	.094

En la tabla se observa que en la prueba de hipótesis comparativa para diferencias de medias del patrón con residuos de mármol (RM) al 10%; 15%; 20% y 30% para resistencia a tracción significativa ($p < 0.05$) y optima está dada al 20% de residuos de mármol ($t = 22.810$) demostrado con una confiabilidad del 95%.

4. Prueba de hipótesis para resistencia a compresión con residuos de mármol al 20% y fibras de polipropileno al 0.5%; 1%; 1.5% y 2%.

		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Par 1	patrón	289.3767	3	26.53099	15.31767
	20%RM + 0.5%Fpm	291.9433	3	25.94977	14.98211
Par 2	patrón	289.3767	3	26.53099	15.31767
	20%RM + 1%Fpm	297.9867	3	30.93707	17.86153
Par 3	patrón	289.3767	3	26.53099	15.31767
	20%RM + 1.5%Fpm	264.0233	3	20.28817	11.71338
Par 4	patrón	289.3767	3	26.53099	15.31767
	20%RM + 2%Fpm	256.9100	3	23.59890	13.62483

		t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	patrón - 20%RM + 0.5%Fpm	-4.286	2	.025
Par 2	patrón - 20%RM + 1%Fpm	4.921	2	.039
Par 3	patrón - 20%RM + 1.5%Fpm	3.903	2	.030
Par 4	patrón - 20%RM + 2%Fpm	-3.379	2	.019

En la tabla se observa que en la prueba de hipótesis comparativa para diferencias de medias del patrón con residuos de mármol (RM) al 20% y fibras de polipropileno (Fpm) al 0.5%; 1%; 1.5% y 2% para resistencia a la compresión significativa ($p < 0.05$) y optima está dada al 20% de residuos de mármol y 1% de fibras de polipropileno ($t = 4.921$) demostrado con una confiabilidad del 95%.

5. Prueba de hipótesis para resistencia a flexión con residuos de mármol al 20% y fibras de polipropileno al 0.5%; 1%; 1.5% y 2%.

		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Par 1	patrón	4.0667	3	.37448	.21620
	20%RM + 0.5%Fpm	4.7767	3	1.29809	.74945
Par 2	patrón	4.0667	3	.37448	.21620
	20%RM + 1%Fpm	5.0200	3	1.31046	.75659
Par 3	patrón	4.0667	3	.37448	.21620
	20%RM + 1.5%Fpm	5.4733	3	1.55107	.89551
Par 4	patrón	4.0667	3	.37448	.21620
	20%RM + 2%Fpm	5.6667	3	1.64591	.95027

		t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	patrón - 20%RM + 0.5%Fpm	-1.313	2	.320
Par 2	patrón - 20%RM + 1%Fpm	-2.165	2	.022
Par 3	patrón - 20%RM + 1.5%Fpm	-2.055	2	.176
Par 4	patrón - 20%RM + 2%Fpm	-1.748	2	.016

En la tabla se observa que en la prueba de hipótesis comparativa para diferencias de medias del patrón con residuos de mármol (RM) al 20% y fibras de polipropileno (Fpm) al 0.5%; 1%; 1.5% y 2% para resistencia a la flexión significativa ($p < 0.05$) y optima está dada al 20% de residuos de mármol y 1% de fibras de polipropileno ($t = -2.165$) demostrado con una confiabilidad del 95%.

6. Prueba de hipótesis para resistencia a tracción con residuos de mármol al 20% y fibras de polipropileno al 0.5%; 1%; 1.5% y 2%.

		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Par 1	patrón	2.4477	3	.49407	.28525
	20%RM + 0.5%Fpm	2.3640	3	.66081	.38152
Par 2	patrón	2.4477	3	.49407	.28525
	20%RM + 1%Fpm	2.5450	3	.73117	.42214
Par 3	patrón	2.4477	3	.49407	.28525
	20%RM + 1.5%Fpm	2.7803	3	.78218	.45159
Par 4	patrón	2.4477	3	.49407	.28525
	20%RM + 2%Fpm	3.0150	3	.86169	.49749

		t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	patrón - 20%RM + 0.5%Fpm	.816	2	.050
Par 2	patrón - 20%RM + 1%Fpm	-2.622	2	.028
Par 3	patrón - 20%RM + 1.5%Fpm	-1.865	2	.102
Par 4	patrón - 20%RM + 2%Fpm	-.662	2	.060

En la tabla se observa que en la prueba de hipótesis comparativa para diferencias de medias del patrón con residuos de mármol (RM) al 20% y fibras de polipropileno (Fpm) al 0.5%; 1%; 1.5% y 2% para resistencia a tracción significativa ($p < 0.05$) y optima está dada al 20% de residuos de mármol y 1% de fibras de polipropileno ($t = -2.622$) demostrado con una confiabilidad del 95%.

Análisis de costos

Análisis de costos para elaboración de mezclas de concreto, propuestas en la presente investigación.

Para la presente investigación se consideró como escenario típico el norte del Perú, cabe recalcar que no se consideró en el análisis el transporte de cada material desde el origen hasta el punto de elaboración de la mezcla. Los resultados muestran que la mezcla C20RM es aproximadamente 0.72% más barato que CP y C20RM-1.0FPm incrementa su costo en un 10.31% respecto al CP, incrementando el costo de elaboración debido al precio de la FPM.

Precios unitarios de materiales		
Material	Unidad	Costo U. (S/)
Cemento	bol	30
Agua	m ³	5
Agregado fino	m ³	45
Agregado grueso	m ³	60
Residuos de Mármol	m ³	10
Fibra de polipropileno macrosintética	kg	36.62

Análisis de precios unitarios por m³ de concreto de diseño f'c = 280 kg/cm²

Tipo de mezcla	Material	Unidad	Cantidad	Parcial	Total (s/)
CP	Cemento	bol	12	360	418.555
	Agua	m ³	0.29	1.45	
	AF	m ³	0.465	20.925	
	AG	m ³	0.603	36.18	
C10RM	Cemento	bol	12	360	417.075
	Agua	m ³	0.29	1.45	
	AF	m ³	0.419	18.855	
	AG	m ³	0.603	36.18	
	RM	m ³	0.059	0.59	
C15RM	Cemento	bol	12	360	416.285
	Agua	m ³	0.29	1.45	
	AF	m ³	0.395	17.775	
	AG	m ³	0.603	36.18	
	RM	m ³	0.088	0.88	
C20RM	Cemento	bol	12	360	415.55

	Agua	m ³	0.29	1.45	
	AF	m ³	0.372	16.74	
	AG	m ³	0.603	36.18	
	RM	m ³	0.118	1.18	
	Cemento	bol	12	360	
C30RM	Agua	m ³	0.29	1.45	
	AF	m ³	0.326	14.67	414.07
	AG	m ³	0.603	36.18	
	RM	m ³	0.177	1.77	
	Cemento	bol	12	360	
	Agua	m ³	0.29	1.45	
C20RM-0.5FPm	AF	m ³	0.372	16.74	
	AG	m ³	0.603	36.18	438.6206
	RM	m ³	0.118	1.18	
	FPm	kg	0.63	23.0706	
	Cemento	bol	12	360	
	Agua	m ³	0.29	1.45	
C20RM-1.0FPm	AF	m ³	0.372	16.74	
	AG	m ³	0.603	36.18	461.6912
	RM	m ³	0.118	1.18	
	FPm	kg	1.26	46.1412	
	Cemento	bol	12	360	
	Agua	m ³	0.29	1.45	
C20RM-1.5FPm	AF	m ³	0.372	16.74	
	AG	m ³	0.603	36.18	484.7618
	RM	m ³	0.118	1.18	
	FPm	kg	1.89	69.2118	
	Cemento	bol	12	360	
	Agua	m ³	0.29	1.45	
C20RM-2.0FPm	AF	m ³	0.372	16.74	
	AG	m ³	0.603	36.18	507.8324
	RM	m ³	0.118	1.18	
	FPm	kg	2.52	92.2824	

Tipo de mezcla	Unidad	Costo U. (s/)	Variación % respecto a CP
CP	m ³	418.56	0
C10RM	m ³	417.08	-0.35 %
C15RM	m ³	416.29	-0.54 %
C20RM	m ³	415.55	-0.72 %
C30RM	m ³	414.07	-1.07 %
C20RM-0.5FPm	m ³	438.62	4.79 %
C20RM-1.0FPm	m ³	461.69	10.31 %
C20RM-1.5FPm	m ³	484.76	15.82 %
C20RM-2.0FPm	m ³	507.83	21.33 %

***Certificados de calibración de equipos
de laboratorio.***

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 0104 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	4686-2023	<p>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).</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.	
3. Dirección	CAL.LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	
Capacidad	2000 kN	
Marca	A Y A INSTRUMENT	
Modelo	STYE-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



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.



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) Patrón de Referencia			
%	F_i (kN)	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 q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
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.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 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	30000 g
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

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 ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



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.





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 - 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

	Inicial	Final
Temperatura	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 EXCENRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	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 g	10	500	0	10,000	10,001	800	700	700
2		10	400	100		10,000	500	0	-100
3		10	500	0		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





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 - 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.

ΔL: Carga adicional.

E₀: Error en cero.

l: Indicación de la balanza.

E: Error encontrado

E_C: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{ (0.3787222 \text{ g}^2 + 0.00000000237 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

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

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. Chillón 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 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 ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello





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

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.





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 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

Medición N°	Carga L1 = 1,000 g			Carga L2 = 2,000 g			
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (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 Permissible			200	Error Máximo Permissible			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*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (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
Error máximo permisible									200

* 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.
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

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

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.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

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

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



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 - 0112 - 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	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.
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 - 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.





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 - 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

Temperatura	Inicial	Final
	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 Permissible			150.0	Error Máximo Permissible			150.0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de
las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	21.1	21.2

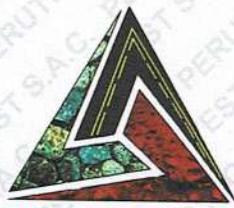


Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (kg)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (kg)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	0.50	0.50	20	5	70.00	70.00	30	-5	-10
2		0.50	20	5		70.00	25	0	-5
3		0.50	25	0		70.00	30	-5	-5
4		0.50	20	5		70.00	30	-5	-10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

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_C: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

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

Lectura corregida

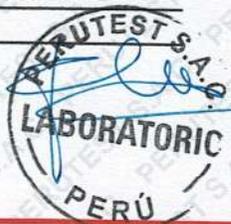
$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0001233 R$$

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



1. Expediente 2605-2023

2. Solicitante **LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.**

3. Dirección CAL.LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

4. Instrumento de Medición **MANOMETRO**

Alcance de indicación 0 PSI a 150 PSI

División de Escala / Resolución 5 PSI

Marca NO INDICA

Modelo NO INDICA

Número de Serie NO INDICA

Procedencia NO INDICA

Identificación LP-062

Tipo ANALOGICO

5. Fecha de Calibración 2023-05-16

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 aqui 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

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-05-16



JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LP - 062 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Presión

Página 2 de 2

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por la comparación directa según el ME-003 "Procedimiento para la calibración de manómetros, vacuómetros y manovacuómetros" Edición digital 1 - CEM de España.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Presión de PERUTEST S.A.C.
Avenida Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.5 °C	21.5 °C
Humedad Relativa	53 % HR	53 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Manómetro Digital con Incertidumbre 0.15	LFP-018-2023
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.

11. Resultados de Medición

En la siguiente tabla se presentan la serie de los resultados obtenidos

Indicación A Calibrar (psi)	Indicación Manómetro Patrón		Error		
	Ascendente (psi)	Descendente (psi)	de Indicación		de Histeresis
			Ascendente (psi)	Descendente (psi)	(psi)
50	50.0	50.0	0.0	0.0	0.00
100	100.1	100.3	0.1	0.3	0.20
150	150.2	150.7	0.2	0.7	0.50
200	200.8	200.9	0.8	0.9	0.10
250	250.9	250.8	0.9	0.8	-0.10
300	301.3	301.3	1.3	1.3	0.00





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	CAL.LA 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

Sello


JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA





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 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.





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

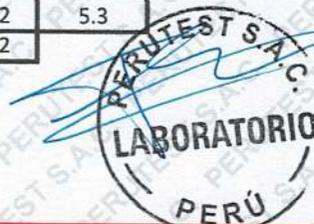
Página 3 de 5

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		





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

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

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. Chillón 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

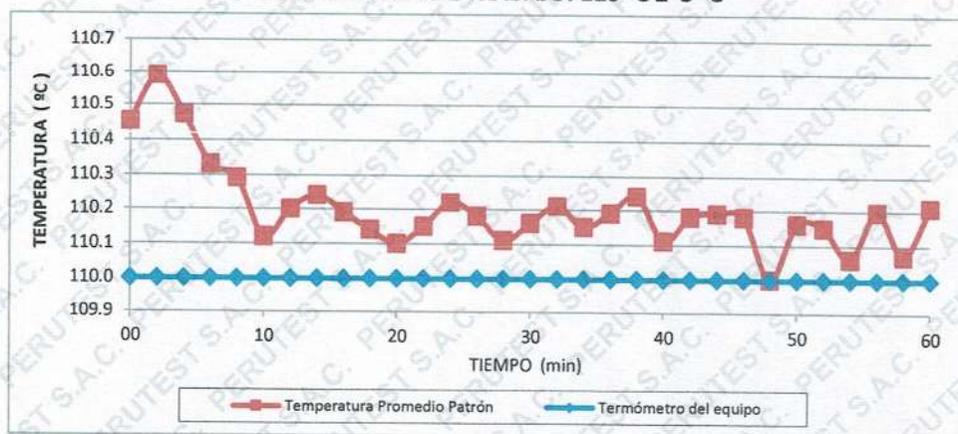
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

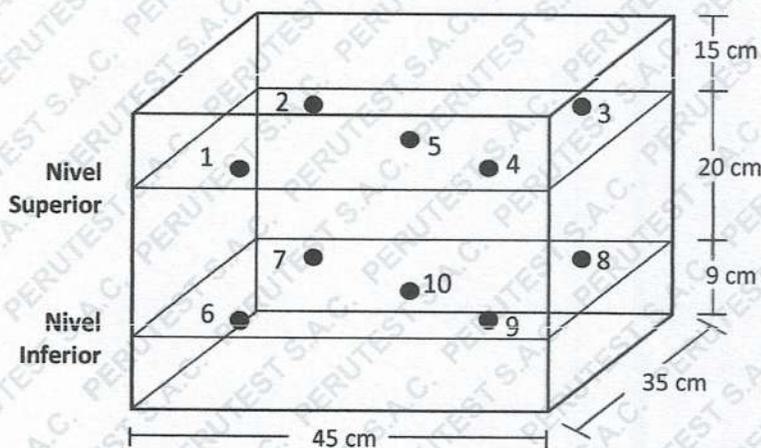
Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

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



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 estandar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento





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 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 aqui 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

2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello





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 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.





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 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	108.6	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		





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

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 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.





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

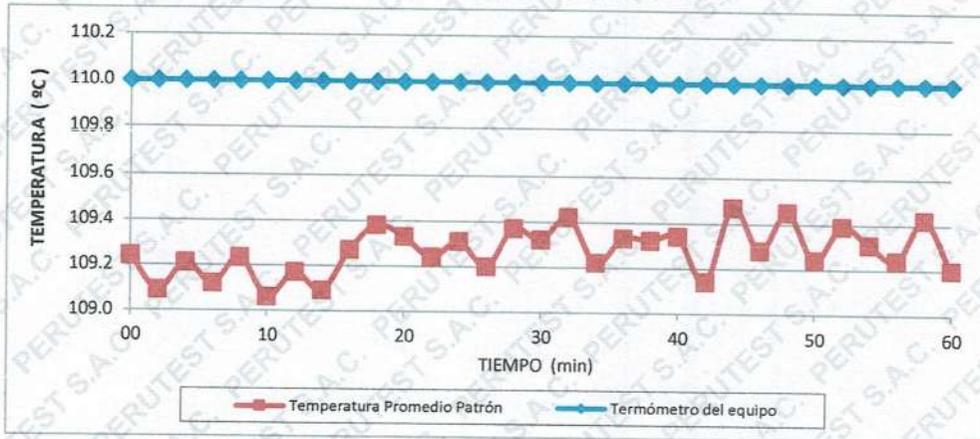
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023

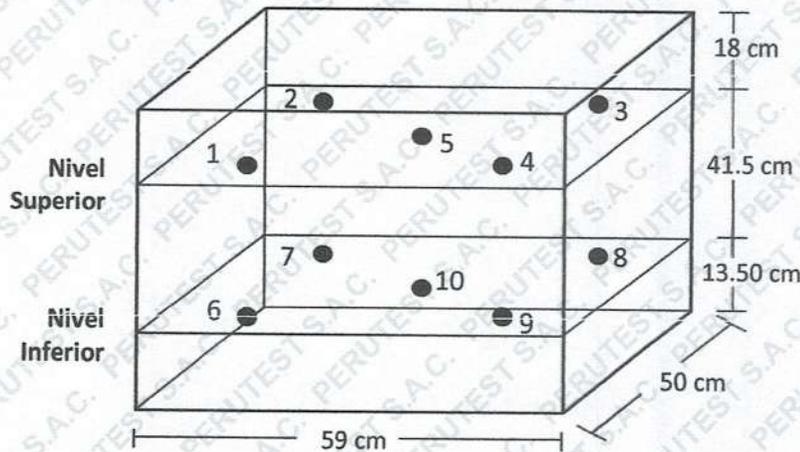
Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

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



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

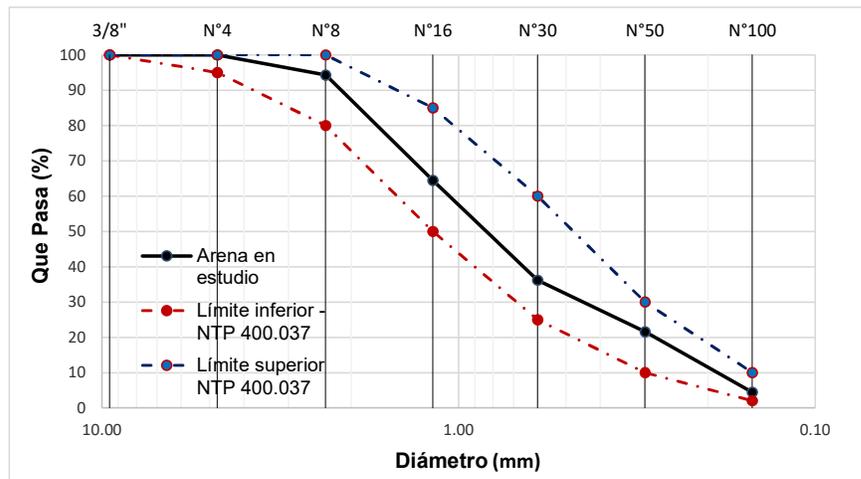
Formatos de ensayos de laboratorio

Solicitud de Ensayo : 3009A-23/LEMS W&C
Solicitante : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio
Proyecto / Obra : Influencia de Residuos de Mármol en Combinación con Fibras de Polipropileno en la Resistencia Mecánica del Concreto Estructural
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : 15 de octubre del 2023
Fecha de ensayo : 17 de octubre del 2023
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
NORMA : N.T.P. 400.012

Muestra : Arena Gruesa

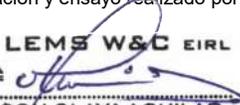
Cantera : Pátapo - La Victoria

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	0.0	0.0	100.0	100
Nº 8	2.360	5.7	5.7	94.3	95 - 100
Nº 16	1.180	29.8	35.5	64.5	70 - 100
Nº 30	0.600	28.3	63.8	36.2	40 - 75
Nº 50	0.300	14.6	78.4	21.6	10 - 35
Nº 100	0.150	17.1	95.6	4.4	2 - 15
MÓDULO DE FINEZA					2.79



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

 **LEMS W&C EIRL**

WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

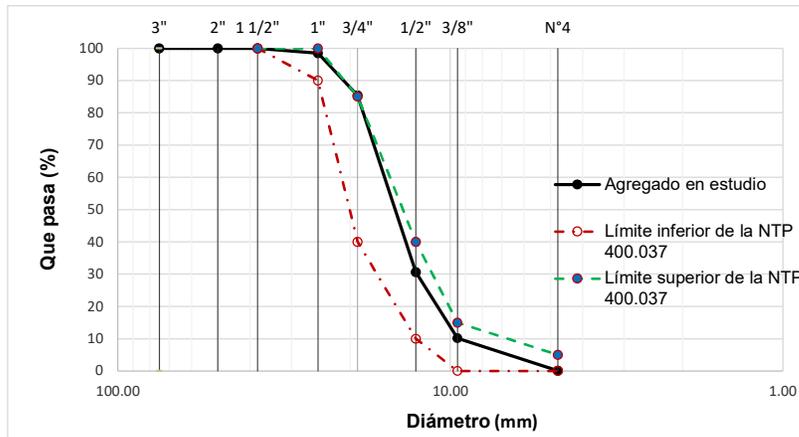
 
Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **3009A-23/LEMS W&C**
 Solicitante : **Díaz Chávez Ulises**
 León Chávez José Antonio
 Proyecto : **Influencia de Residuos de Mármol en Combinación con Fibras de Polipropileno en la Resistencia Mecánica del Concreto Estructural**
 Ubicación : **Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.**
 Fecha de Apertura : **15de octubre del 2023**
 Inicio de ensayo : **17 de octubre del 2023**
 Fin de Ensayo : **18 de octubre 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

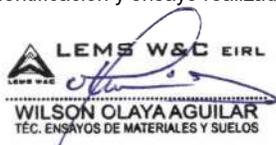
Cantera : Pacherres

Analisis 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	1.5	98.5	90 - 100
3/4"	19.00	395.0	13.1	14.6	40 - 85
1/2"	12.70	1657.0	54.8	69.4	10 - 40
3/8"	9.52	618.0	20.4	89.8	0 - 15
N°4	4.75	305.0	10.1	99.9	0 - 5
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL					3/4"



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 : 3009A-23/LEMS W&C
Solicitante : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio
Proyecto / Obra : Influencia de Residuos de Mármol en Combinación con Fibras de Polipropileno en la Resistencia Mecánica del Concreto Estructural
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart.
Fecha de ensayo : 17 de octubre 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. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
NTP 339.185:2013

Muestra : Arena Gruesa 0

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1579
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1575
Contenido de Humedad	(%)	0.25

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1700
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1696
Contenido de Humedad	(%)	0.25

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

Solicitud de Ensayo : **3009A-23/LEMS W&C**
Solicitante : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio
Proyecto : Influencia de Residuos de Mármol en Combinación con Fibras de Polipropileno en la Resistencia Mecánica del Concreto Estructural
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : 15de octubre del 2023
Inicio de ensayo : 17 de octubre del 2023
Fin de Ensayo : 18 de octubre 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. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado
Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
NTP 339.185:2013

Muestra : Piedra Chancada

Cantera: Pachерres

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1347.86
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1344.37
Contenido de Humedad	(%)	0.26
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1455.07
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1451.30
Contenido de Humedad	(%)	0.26

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

itud de Ensayo : **3009A-23/LEMS W&C**
Solicitante : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio
Proyecto / Obra : Influencia de Residuos de Mármol en Combinación con Fibras de Polipropileno en la Resistencia Mecánica del Concreto Estructural
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : 15de octubre del 2023
Inicio de ensayo : 17 de octubre del 2023
Fin de Ensayo : 18 de octubre del 2023

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Piedra Chancada

Muestra: Cantera Pacherras - Pacherras

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.599
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.337

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

INFORME

Solicitud de Ensayo : 3009A-23/LEMS W&C
Solicitante : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio
Proyecto / Obra : Influencia de Residuos de Mármol en Combinación con Fibras de Polipropileno en la Resistencia Mecánica del Concreto Estructural
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de ensayo : 17 de octubre del 2023
NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : La Victoria - Pátapo

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.578
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.150

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. 01 de 02

Solicitante : Díaz Chávez ulises
León Chávez José Antonio

Proyecto / Obra : Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.

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

Fecha de vaciado :

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

F'c = 280 kg/cm²

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I-PACASMAYO
2.- Peso específico :

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.566	gr/cm ³
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.591	gr/cm ³
3.- Peso unitario suelto	1.57	Kg/m ³
4.- Peso unitario compactado	1.70	Kg/m ³
5.- % de absorción	0.98	%
6.- Contenido de humedad	0.25	%
7.- Módulo de fineza	2.79	

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa	2.631	gr/cm ³
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.661	gr/cm ³
3.- Peso unitario suelto	1344.37	Kg/m ³
4.- Peso unitario compactado	1451.30	Kg/m ³
5.- % de absorción	1.13	%
6.- Contenido de humedad	0.26	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	1/2"	Pulg.

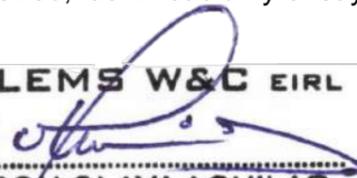
Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	0.0	100.0
Nº 08	5.7	94.3
Nº 16	29.8	64.5
Nº 30	28.3	36.2
Nº 50	14.6	21.6
Nº 100	17.1	4.4
Fondo	4.4	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	1.5	98.5
3/4"	13.1	85.4
1/2"	54.8	30.6
3/8"	20.4	10.2
Nº 04	10.1	0.1
Fondo	0.1	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

Solicitante : Díaz Chávez ulises
León Chávez José Antonio

Proyecto / Obra : Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.

Fecha de vaciado :
DISEÑO DE MEZCLA FINAL $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco : 2354 Kg/m³
Resistencia promedio a los 7 días : 242 Kg/cm²
Porcentaje promedio a los 7 días : 87 %
Factor cemento por M³ de concreto : 12.1 bolsas/m³
Relación agua cemento de diseño : 0.562

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	516	Kg/m ³	: Tipo I-PACASMAYO		
Agua	290	L	: Potable de la zona.		
Agregado fino	734	Kg/m ³	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo		
Agregado grueso	813	Kg/m ³	: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras		

Proporción en peso :

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
	1.0	1.42	1.58	23.9	Lts/pie ³

Proporción en volumen :

	1.0	1.36	1.76	23.9	Lts/pie ³
--	-----	------	------	------	----------------------

OBSERVACIONES :

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



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



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : Díaz Chávez Ulises
 León Chávez José Antonio
 Proyecto / Obra : **Influencia de Residuos de Mármol en Combinación con Fibras de Polipropileno en la Resistencia Mecánica del Concreto Estructural**
 Ubicación : Chiclayo-Lambayeque
 Fecha de apertura :
 :
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.
 Referencia : N.T.P. 339.035:2022
 Tipo de mezcla: Concreto con adición de residuos de mármol en remplazo del agregado fino y macrofibra de polipropileno

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (mm)
D-01	CP-280 kg/cm ²	280	28/10/2023	4.00	101.60
D-02	Concreto - RM/AF-10%	280	28/10/2023	3.00	76.20
D-03	Concreto - RM/AF-15%	280	28/10/2023	3.00	76.20
D-04	Concreto - RM/AF-20%	280	28/10/2023	2.50	63.50
D-05	Concreto - RM/AF-30%	280	28/10/2023	2.50	63.50
D-06	Concreto - RM/AF+0.5%FPm	280	25/11/2023	2.50	63.50
D-07	Concreto - RM/AF+1.0%FPm	280	25/11/2023	2.50	63.50
D-08	Concreto - RM/AF+1.5%FPm	280	25/11/2023	2.00	50.80
D-09	Concreto - RM/AF+2.0%FPm	280	25/11/2023	2.00	50.80

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

INFORME

Solicitante : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio

Proyecto / Obra : Influencia de Residuos de Mármol en Combinación con Fibras de Polipropileno en la Resistencia Mecánica del Concreto Estructural

Ubicación : Chiclayo - Lambayeque

Fecha de apertura :

Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.

Referencia : N.T.P. 339.184

Tipo de mezcla : Concreto con adición de residuos de mármol en remplazo del agregado fino y macrofibra de polipropileno

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
D-01	CP-280 kg/cm ²	280	28/10/2023	30.3
D-02	Concreto - RM/AF-10%	280	28/10/2023	32
D-03	Concreto - RM/AF-15%	280	28/10/2023	30
D-04	Concreto - RM/AF-20%	280	28/10/2023	32
D-05	Concreto - RM/AF-30%	280	28/10/2023	31
D-06	Concreto - RM/AF+0.5%FPm	280	25/11/2023	30
D-07	Concreto - RM/AF+1.0%FPm	280	25/11/2023	31
D-08	Concreto - RM/AF+1.5%FPm	280	25/11/2023	30
D-09	Concreto - RM/AF+2.0%FPm	280	25/11/2023	30

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

INFORME

Tesistas : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio

Tesis : **Influencia de Residuos de Mármol en Combinación con Fibras de Polipropileno en la Resistencia Mer del Concreto Estructural**

Ubicación : Chiclayo-Lambayeque

Fecha de apertura :

Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.

Referencia : NTP 339.080

Tipo de Medidor : Medidor "B"

Tipo de mezcla: Concreto con adición de residuos de mármol en remplazo del agregado fino y macrofibra de polipropileno

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire (%)
D-01	CP-280 kg/cm2	280	28/10/2023	1.6%
D-02	Concreto - RM/AF-10%	280	28/10/2023	1.2%
D-03	Concreto - RM/AF-15%	280	28/10/2023	1.3%
D-04	Concreto - RM/AF-20%	280	28/10/2023	1.7%
D-05	Concreto - RM/AF-30%	280	28/10/2023	0.7%
D-06	Concreto - RM/AF+0.5%FPm	280	25/11/2023	1.0%
D-07	Concreto - RM/AF+1.0%FPm	280	25/11/2023	0.4%
D-08	Concreto - RM/AF+1.5%FPm	280	25/11/2023	1.1%
D-09	Concreto - RM/AF+2.0%FPm	280	25/11/2023	1.2%

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

INFORME

Tesistas : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio

Tesis : **Influencia de Residuos de Mármol en Combinación con Fibras de Polipropileno en la Resistencia Mecánica del Concreto Estructural**

Ubicación : Chiclayo-Lambayeque

Fecha de apertura :

Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón(concreto)

Referencia : NTP: 339.046:2008

Tipo de mezcla : Concreto con adición de residuos de mármol en remplazo del agregado fino y macrofibra de polipropileno

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Peso unitario (kg/m ³)
D-01	CP-280 kg/cm ²	280	28/10/2023	2262.79 kg/m ³
D-02	Concreto - RM/AF-10%	280	28/10/2023	2243.02 kg/m ³
D-03	Concreto - RM/AF-15%	280	28/10/2023	2244.12 kg/m ³
D-04	Concreto - RM/AF-20%	280	28/10/2023	2244.81 kg/m ³
D-05	Concreto - RM/AF-30%	280	28/10/2023	2233.75 kg/m ³
D-06	Concreto - RM/AF+0.5%FPm	280	25/11/2023	2245.50 kg/m ³
D-07	Concreto - RM/AF+1.0%FPm	280	25/11/2023	2213.69 kg/m ³
D-08	Concreto - RM/AF+1.5%FPm	280	25/11/2023	2183.26 kg/m ³
D-09	Concreto - RM/AF+2.0%FPm	280	25/11/2023	2165.28 kg/m ³

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

Solicitante : Díaz Chávez Ulises
 León Chávez José Antonio

Proyecto / Obra : **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.**

Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque

Fecha de vaciado : 28/10/2023

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 (DM-01) :

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)	f'c promedio kg/cm ²
01	CP-7d	280	28/10/2023	04/11/2023	7	46906.20	15.00	177	265	266
02	CP-7d	280	28/10/2023	04/11/2023	7	46911.30	15.00	177	265	
03	CP-7d	280	28/10/2023	04/11/2023	7	47028.56	15.00	177	266	
04	CP-14d	280	28/10/2023	11/11/2023	14	50246.74	15.00	177	284	284
05	CP-14d	280	28/10/2023	11/11/2023	14	50250.82	15.00	177	284	
06	CP-14d	280	28/10/2023	11/11/2023	14	50282.43	15.00	177	285	
07	CP-28d	280	28/10/2023	25/11/2023	28	55908.11	15.00	177	316	318
08	CP-28d	280	28/10/2023	25/11/2023	28	55909.13	15.00	177	316	
09	CP-28d	280	28/10/2023	25/11/2023	28	56790.15	15.00	177	321	

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

Solicitante : Díaz Chávez Ulises
 León Chávez José Antonio
 Proyecto / Obra : **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.**
 Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque
 Fecha de vaciado : 28/10/2023
 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 CON RESIDUOS DE MÁRMOL EN REMPLAZO DEL AGREGADO FINO EN DIFERENTES DOSIS

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	Testigo - RM/AF-10%	280	28/10/2023	04/11/2023	7	48597.88	15.23	182	267
02	Testigo - RM/AF-10%	280	28/10/2023	04/11/2023	7	47212.11	15.22	182	259
03	Testigo - RM/AF-10%	280	28/10/2023	04/11/2023	7	48967.01	15.07	178	274
04	Testigo - RM/AF-10%	280	28/10/2023	11/11/2023	14	52033.25	15.28	183	284
05	Testigo - RM/AF-10%	280	28/10/2023	11/11/2023	14	51405.12	15.31	184	279
06	Testigo - RM/AF-10%	280	28/10/2023	11/11/2023	14	52232.09	15.06	178	293
07	Testigo - RM/AF-10%	280	28/10/2023	25/11/2023	28	59166.05	15.26	183	324
08	Testigo - RM/AF-10%	280	28/10/2023	25/11/2023	28	58213.65	15.26	183	318
09	Testigo - RM/AF-10%	280	28/10/2023	25/11/2023	28	58767.35	15.18	181	325

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

f'c promedio kg/cm ²
267
285
322

Solicitante : Díaz Chávez Ulises
 León Chávez José Antonio
 Proyecto / Obra : **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.**
 Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque
 Fecha de vaciado : 28/10/2023
 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 CON RESIDUOS DE MÁRMOL EN REPLAZO DEL AGREGADO FINO EN DIFERENTES DOSIS

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	Testigo - RM/AF-15%	280	28/10/2023	04/11/2023	7	48457.16	15.23	182	266
02	Testigo - RM/AF-15%	280	28/10/2023	04/11/2023	7	48953.76	15.22	182	269
03	Testigo - RM/AF-15%	280	28/10/2023	04/11/2023	7	49569.66	15.07	178	278
04	Testigo - RM/AF-15%	280	28/10/2023	11/11/2023	14	52030.19	15.16	180	288
05	Testigo - RM/AF-15%	280	28/10/2023	11/11/2023	14	51414.29	15.16	180	285
06	Testigo - RM/AF-15%	280	28/10/2023	11/11/2023	14	50507.78	15.01	177	285
07	Testigo - RM/AF-15%	280	28/10/2023	25/11/2023	28	57135.83	15.03	177	322
08	Testigo - RM/AF-15%	280	28/10/2023	25/11/2023	28	57736.43	15.07	178	324
09	Testigo - RM/AF-15%	280	28/10/2023	25/11/2023	28	58213.65	15.09	179	325

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

f'c promedio kg/cm ²
271
286
324

Solicitante : Díaz Chávez Ulises
 León Chávez José Antonio
 Proyecto / Obra : **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.**
 Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque
 Fecha de vaciado : 28/10/2023
 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 CON RESIDUOS DE MÁRMOL EN REMPLAZO DEL AGREGADO FINO EN DIFERENTES DOSIS

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	Testigo - RM/AF-20%	280	28/10/2023	04/11/2023	7	48967.01	15.03	177	276
02	Testigo - RM/AF-20%	280	28/10/2023	04/11/2023	7	49952.04	15.22	182	275
03	Testigo - RM/AF-20%	280	28/10/2023	04/11/2023	7	47936.10	15.06	178	269
04	Testigo - RM/AF-20%	280	28/10/2023	11/11/2023	14	50839.18	15.08	179	285
05	Testigo - RM/AF-20%	280	28/10/2023	11/11/2023	14	52045.49	15.31	184	283
06	Testigo - RM/AF-20%	280	28/10/2023	11/11/2023	14	52780.69	15.06	178	296
07	Testigo - RM/AF-20%	280	28/10/2023	25/11/2023	28	59131.38	15.22	182	325
08	Testigo - RM/AF-20%	280	28/10/2023	25/11/2023	28	59667.75	15.26	183	326
09	Testigo - RM/AF-20%	280	28/10/2023	25/11/2023	28	59335.32	15.16	181	329

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

f'c promedio kg/cm ²
273
288
327

Solicitante : Díaz Chávez Ulises
 León Chávez José Antonio
 Proyecto / Obra : **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.**
 Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque
 Fecha de vaciado : 28/10/2023
 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 CON RESIDUOS DE MÁRMOL EN REPLAZO DEL AGREGADO FINO EN DIFERENTES DOSIS

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	Testigo - RM/AF-30%	280	28/10/2023	04/11/2023	7	44386.52	15.06	178	249
02	Testigo - RM/AF-30%	280	28/10/2023	04/11/2023	7	44907.59	15.12	180	250
03	Testigo - RM/AF-30%	280	28/10/2023	04/11/2023	7	45907.91	15.07	178	257
04	Testigo - RM/AF-30%	280	28/10/2023	11/11/2023	14	47842.28	15.11	179	267
05	Testigo - RM/AF-30%	280	28/10/2023	11/11/2023	14	49021.06	15.09	179	274
06	Testigo - RM/AF-30%	280	28/10/2023	11/11/2023	14	48191.02	15.07	178	270
07	Testigo - RM/AF-30%	280	28/10/2023	25/11/2023	28	53543.43	15.26	183	293
08	Testigo - RM/AF-30%	280	28/10/2023	25/11/2023	28	54262.32	15.10	179	303
09	Testigo - RM/AF-30%	280	28/10/2023	25/11/2023	28	55077.06	15.17	181	305

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

f'c promedio kg/cm ²
252
270
300

Tesistas: : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio
Tesis: : **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.**
Ubicación : x
Fecha de vaciado : 28/10/2023
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

DISEÑO PATRÓN (DM-01) : para un diseño 280kg/cm² con factor de seguridad 50% (+42)

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)	M _r (promedio) (Mpa)
01	CP-7d	28/10/2023	04/11/2023	7	25660	530.00	150.50	150.50	0	3.99	3.73
02	CP-7d	28/10/2023	04/11/2023	7	23600	530.00	150.00	150.00	0	3.71	
03	CP-7d	28/10/2023	04/11/2023	7	22540	530.20	150.10	151.05	0	3.49	
04	CP-14d	28/10/2023	11/11/2023	14	25290	530.00	150.30	150.05	0	3.96	4.00
05	CP-14d	28/10/2023	11/11/2023	14	25840	522.80	150.05	150.75	0	3.96	
06	CP-14d	28/10/2023	11/11/2023	14	26145	530.00	150.30	150.10	0	4.09	
07	CP-28d	28/10/2023	25/11/2023	28	28100	530.00	150.50	150.00	0	4.40	4.47
08	CP-28d	28/10/2023	25/11/2023	28	28710	528.00	150.50	150.00	0	4.48	
09	CP-28d	28/10/2023	25/11/2023	28	29050	530.00	150.00	150.45	0	4.53	

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Tesistas: : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio

Tesis: : **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.**

Ubicación : x

Fecha de vaciado : 28/10/2023

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

DISEÑO PATRÓN (DM-01) : para un diseño 280kg/cm² con factor de seguridad 50% (+42)

Muestra Nº	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	Testigo - RM/AF-10%	28/10/2023	04/11/2023	7	24500	530.00	150.50	150.50	0	3.81
02	Testigo - RM/AF-10%	28/10/2023	04/11/2023	7	22810	530.00	150.00	150.00	0	3.58
03	Testigo - RM/AF-10%	28/10/2023	04/11/2023	7	21050	530.00	150.10	151.05	0	3.26
04	Testigo - RM/AF-10%	28/10/2023	11/11/2023	14	24870	528.00	150.30	150.05	0	3.88
05	Testigo - RM/AF-10%	28/10/2023	11/11/2023	14	24930	532.00	150.05	150.75	0	3.89
06	Testigo - RM/AF-10%	28/10/2023	11/11/2023	14	25410	530.00	150.30	150.10	0	3.98
07	Testigo - RM/AF-10%	28/10/2023	25/11/2023	28	26210	530.00	150.50	150.00	0	4.10
08	Testigo - RM/AF-10%	28/10/2023	25/11/2023	28	29650	529.00	150.50	150.00	0	4.63
09	Testigo - RM/AF-10%	28/10/2023	25/11/2023	28	30150	530.00	150.00	150.45	0	4.71

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

M_r (promedio) (Mpa)
3.55
3.92
4.48

Tesistas: : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio
Tesis: : **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.**
Ubicación : x
Fecha de vaciado : 28/10/2023
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

DISEÑO PATRÓN (DM-01) : para un diseño 280kg/cm² con factor de seguridad 50% (+42)

Muestra Nº	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	Testigo - RM/AF-15%	28/10/2023	04/11/2023	7	24050	535.00	150.50	150.50	0	3.77
02	Testigo - RM/AF-15%	28/10/2023	04/11/2023	7	23410	530.00	150.00	150.00	0	3.68
03	Testigo - RM/AF-15%	28/10/2023	04/11/2023	7	25090	530.20	150.10	151.05	0	3.88
04	Testigo - RM/AF-15%	28/10/2023	11/11/2023	14	25870	531.00	150.30	150.05	0	4.06
05	Testigo - RM/AF-15%	28/10/2023	11/11/2023	14	25780	532.00	150.05	150.75	0	4.02
06	Testigo - RM/AF-15%	28/10/2023	11/11/2023	14	26030	530.00	150.30	150.10	0	4.07
07	Testigo - RM/AF-15%	28/10/2023	25/11/2023	28	30010	530.00	150.50	150.00	0	4.70
08	Testigo - RM/AF-15%	28/10/2023	25/11/2023	28	31450	530.00	150.50	150.00	0	4.92
09	Testigo - RM/AF-15%	28/10/2023	25/11/2023	28	30780	530.10	150.00	150.45	0	4.81

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

M_r (promedio) (Mpa)
3.78
4.05
4.81

Tesistas: : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio

Tesis: : **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.**

Ubicación : x

Fecha de vaciado : 28/10/2023

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

DISEÑO PATRÓN (DM-01) : para un diseño 280kg/cm² con factor de seguridad 50% (+42)

Muestra Nº	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	Testigo - RM/AF-20%	28/10/2023	04/11/2023	7	20120	530.00	150.50	150.50	0	3.13
02	Testigo - RM/AF-20%	28/10/2023	04/11/2023	7	25690	533.00	150.00	150.00	0	4.06
03	Testigo - RM/AF-20%	28/10/2023	04/11/2023	7	26970	530.00	150.10	151.05	0	4.17
04	Testigo - RM/AF-20%	28/10/2023	11/11/2023	14	27850	532.00	150.30	150.05	0	4.38
05	Testigo - RM/AF-20%	28/10/2023	11/11/2023	14	27090	530.00	150.05	150.75	0	4.21
06	Testigo - RM/AF-20%	28/10/2023	11/11/2023	14	26890	530.00	150.30	150.10	0	4.21
07	Testigo - RM/AF-20%	28/10/2023	25/11/2023	28	34100	530.00	150.50	150.00	0	5.34
08	Testigo - RM/AF-20%	28/10/2023	25/11/2023	28	30420	535.00	150.50	150.00	0	4.81
09	Testigo - RM/AF-20%	28/10/2023	25/11/2023	28	33580	530.00	150.00	150.45	0	5.24

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

M_r (promedio) (Mpa)
3.79
4.27
5.13

Tesistas: : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio

Tesis: : **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.**

Ubicación : x

Fecha de vaciado : 28/10/2023

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

DISEÑO PATRÓN (DM-01) : para un diseño 280kg/cm² con factor de seguridad 50% (+42)

Muestra Nº	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	Testigo - RM/AF-30%	28/10/2023	04/11/2023	7	19740	530.10	150.50	150.50	0	3.07
02	Testigo - RM/AF-30%	28/10/2023	04/11/2023	7	20140	530.00	150.00	150.00	0	3.16
03	Testigo - RM/AF-30%	28/10/2023	04/11/2023	7	19100	530.12	150.10	151.05	0	2.96
04	Testigo - RM/AF-30%	28/10/2023	11/11/2023	14	24600	535.00	150.30	150.05	0	3.89
05	Testigo - RM/AF-30%	28/10/2023	11/11/2023	14	24700	530.00	150.05	150.75	0	3.84
06	Testigo - RM/AF-30%	28/10/2023	11/11/2023	14	23900	530.10	150.30	150.10	0	3.74
07	Testigo - RM/AF-30%	28/10/2023	25/11/2023	28	27380	532.00	150.50	150.00	0	4.30
08	Testigo - RM/AF-30%	28/10/2023	25/11/2023	28	27430	531.00	150.50	150.00	0	4.30
09	Testigo - RM/AF-30%	28/10/2023	25/11/2023	28	26540	530.00	150.00	150.45	0	4.14

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

M_r (promedio) (Mpa)
3.06
3.82
4.25

Tesistas: : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio

Tesis: : **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.**

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 carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - CP 210	280	28/10/2023	04/11/2023	7	137890	150.05	301.0	1.94	1.903
02	Testigo 2 - CP 210	280	28/10/2023	04/11/2023	7	130790	150.10	300.3	1.85	
03	Testigo 3 - CP 210	280	28/10/2023	04/11/2023	7	135670	150.00	300.0	1.92	
04	Testigo 4 - CP 210	280	28/10/2023	11/11/2023	14	185820	150.10	302.0	2.61	2.573
05	Testigo 5 - CP 210	280	28/10/2023	11/11/2023	14	180450	150.30	300.0	2.55	
06	Testigo 6 - CP 210	280	28/10/2023	11/11/2023	14	181260	150.20	300.0	2.56	
07	Testigo 7 - CP 210	280	28/10/2023	25/11/2023	28	206470	150.10	300.1	2.92	2.867
08	Testigo 8 - CP 210	280	28/10/2023	25/11/2023	28	200500	150.00	300.2	2.83	
09	Testigo 9 - CP 210	280	28/10/2023	25/11/2023	28	201400	150.00	300.0	2.85	

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Tesistas: : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio

Tesis: : **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.**

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 (revusada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo - RM/AF-10%	280	28/10/2023	04/11/2023	7	141950	150.05	301.0	2.00	2.006
02	Testigo - RM/AF-10%	280	28/10/2023	04/11/2023	7	143950	150.10	300.3	2.03	
03	Testigo - RM/AF-10%	280	28/10/2023	04/11/2023	7	140250	150.00	300.0	1.98	
04	Testigo - RM/AF-10%	280	28/10/2023	11/11/2023	14	196550	150.10	302.0	2.76	2.773
05	Testigo - RM/AF-10%	280	28/10/2023	11/11/2023	14	199320	150.30	300.0	2.81	
06	Testigo - RM/AF-10%	280	28/10/2023	11/11/2023	14	194190	150.20	300.0	2.74	
07	Testigo - RM/AF-10%	280	28/10/2023	25/11/2023	28	210240	150.10	300.1	2.97	2.969
08	Testigo - RM/AF-10%	280	28/10/2023	25/11/2023	28	211040	150.00	300.2	2.98	
09	Testigo - RM/AF-10%	280	28/10/2023	25/11/2023	28	208700	150.00	300.0	2.95	

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Tesistas: : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio

Tesis: : **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.**

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 (revusada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo - RM/AF-15%	280	28/10/2023	04/11/2023	7	144120	150.05	301.0	2.03	2.039
02	Testigo - RM/AF-15%	280	28/10/2023	04/11/2023	7	145320	150.10	300.3	2.05	
03	Testigo - RM/AF-15%	280	28/10/2023	04/11/2023	7	143740	150.00	300.0	2.03	
04	Testigo - RM/AF-15%	280	28/10/2023	11/11/2023	14	199550	150.10	302.0	2.80	2.818
05	Testigo - RM/AF-15%	280	28/10/2023	11/11/2023	14	201210	150.30	300.0	2.84	
06	Testigo - RM/AF-15%	280	28/10/2023	11/11/2023	14	199020	150.20	300.0	2.81	
07	Testigo - RM/AF-15%	280	28/10/2023	25/11/2023	28	221720	150.10	300.1	3.13	3.091
08	Testigo - RM/AF-15%	280	28/10/2023	25/11/2023	28	215200	150.00	300.2	3.04	
09	Testigo - RM/AF-15%	280	28/10/2023	25/11/2023	28	218920	150.00	300.0	3.10	

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Tesistas: : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio

Tesis: : **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural**

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 (revusada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo - RM/AF-20%	280	28/10/2023	04/11/2023	7	105280	150.05	301.0	1.48	1.502
02	Testigo - RM/AF-20%	280	28/10/2023	04/11/2023	7	111270	150.10	300.3	1.57	
03	Testigo - RM/AF-20%	280	28/10/2023	04/11/2023	7	102620	150.00	300.0	1.45	
04	Testigo - RM/AF-20%	280	28/10/2023	11/11/2023	14	153340	150.10	302.0	2.15	2.162
05	Testigo - RM/AF-20%	280	28/10/2023	11/11/2023	14	144370	150.30	300.0	2.04	
06	Testigo - RM/AF-20%	280	28/10/2023	11/11/2023	14	162460	150.20	300.0	2.30	
07	Testigo - RM/AF-20%	280	28/10/2023	25/11/2023	28	170380	150.10	300.1	2.41	2.410
08	Testigo - RM/AF-20%	280	28/10/2023	25/11/2023	28	160410	150.00	300.2	2.27	
09	Testigo - RM/AF-20%	280	28/10/2023	25/11/2023	28	180510	150.00	300.0	2.55	

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Tesistas: : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio

Tesis: : **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en el comportamiento mecánico del concreto**

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 (revusada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo - RM/AF-30%	280	25/05/2022	01/06/2022	7	121510	150.05	301.0	1.71	1.751
02	Testigo - RM/AF-30%	280	25/05/2022	01/06/2022	7	126660	150.10	300.3	1.79	
03	Testigo - RM/AF-30%	280	25/05/2022	01/06/2022	7	123840	150.00	300.0	1.75	
04	Testigo - RM/AF-30%	280	25/05/2022	08/06/2022	14	138480	150.10	302.0	1.94	2.029
05	Testigo - RM/AF-30%	280	25/05/2022	08/06/2022	14	153050	150.30	300.0	2.16	
06	Testigo - RM/AF-30%	280	25/05/2022	08/06/2022	14	140260	150.20	300.0	1.98	
07	Testigo - RM/AF-30%	280	25/05/2022	22/06/2022	28	153870	150.10	300.1	2.17	2.261
08	Testigo - RM/AF-30%	280	25/05/2022	22/06/2022	28	170060	150.00	300.2	2.40	
09	Testigo - RM/AF-30%	280	25/05/2022	22/06/2022	28	155840	150.00	300.0	2.20	

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitud de Ensayo : 3009A-23/LEMS W&C
 Solicitante : Díaz Chávez Ulises
 León Chávez José Antonio
 Proyecto / Obra : Tesis: Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : 28/10/2023
 Fin de Ensayo :
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN 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 280kg/cm2)
 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_2 (S ₂)	E _c Kg/cm ²	Promedio E _c Kg/cm ²
CP - f'c= 210 kg/cm2	21/10/2023	28/10/2023	7	265.51	106	9.66927	0.000691	150563	160865.23
CP - f'c= 210 kg/cm2	21/10/2023	28/10/2023	7	265.54	106	11.15685	0.000610	169743	
CP - f'c= 210 kg/cm2	21/10/2023	28/10/2023	7	266.21	106	10.38671	0.000642	162290	
CP - f'c= 210 kg/cm2	21/10/2023	04/11/2023	14	284.42	114	14.12430	0.000514	214888	214453.14
CP - f'c= 210 kg/cm2	21/10/2023	04/11/2023	14	284.45	114	14.12430	0.000499	222184	
CP - f'c= 210 kg/cm2	21/10/2023	04/11/2023	14	284.62	114	12.95580	0.000539	206288	
CP - f'c= 210 kg/cm2	21/10/2023	18/11/2023	28	316.47	127	15.71708	0.000514	239104	234963.49
CP - f'c= 210 kg/cm2	21/10/2023	18/11/2023	28	316.47	127	15.71708	0.000505	243550	
CP - f'c= 210 kg/cm2	21/10/2023	18/11/2023	28	321.46	129	14.63457	0.000563	222237	

- 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

Solicitud de Ensayo : 3009A-23/LEMS W&C
 Solicitante : Díaz Chávez Ulises
 León Chávez José Antonio
 Proyecto / Obra : Tesis: Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : sábado, 28 de Octubre de 2023
 Fin de Ensayo :
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN 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 280kg/cm²)
 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_2 (S ₂)	E _c Kg/cm ²	Promedio E _c Kg/cm ²
Testigo - RM/AF-10%	21/10/2023	28/10/2023	7	266.84	107	13.54595	0.000494	209805	213433.65
Testigo - RM/AF-10%	21/10/2023	28/10/2023	7	259.57	104	13.17912	0.000488	207136	
Testigo - RM/AF-10%	21/10/2023	28/10/2023	7	274.61	110	13.94183	0.000479	223360	
Testigo - RM/AF-10%	21/10/2023	04/11/2023	14	283.84	114	14.40057	0.000503	218934	221690.12
Testigo - RM/AF-10%	21/10/2023	04/11/2023	14	279.31	112	14.22666	0.000492	220629	
Testigo - RM/AF-10%	21/10/2023	04/11/2023	14	293.31	117	14.45549	0.000506	225508	
Testigo - RM/AF-10%	21/10/2023	18/11/2023	28	323.59	129	15.05428	0.000519	243780	238358.15
Testigo - RM/AF-10%	21/10/2023	18/11/2023	28	318.39	127	14.81305	0.000534	232500	
Testigo - RM/AF-10%	21/10/2023	18/11/2023	28	321.41	129	14.95330	0.000526	238794	

- 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 : 3009A-23/LEMS W&C
 Solicitante : Díaz Chávez Ulises
 León Chávez José Antonio
 Proyecto / Obra : Tesis: Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : sábado, 28 de Octubre de 2023
 Fin de Ensayo : 0
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN 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 280kg/cm2)
 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_2 (S ₂)	E _c Kg/cm ²	Promedio E _c Kg/cm ²
Testigo - RM/AF-15%	21/10/2023	28/10/2023	7	266.07	106	13.50907	0.000494	209187	216978.36
Testigo - RM/AF-15%	21/10/2023	28/10/2023	7	269.15	108	0.00049	0.000486	215631	
Testigo - RM/AF-15%	21/10/2023	28/10/2023	7	277.99	111	14.11445	0.000479	226117	
Testigo - RM/AF-15%	21/10/2023	04/11/2023	14	288.33	115	14.62945	0.000488	229944	228112.06
Testigo - RM/AF-15%	21/10/2023	04/11/2023	14	284.92	114	14.45588	0.000495	223864	
Testigo - RM/AF-15%	21/10/2023	04/11/2023	14	285.52	114	14.20172	0.000484	230529	
Testigo - RM/AF-15%	21/10/2023	18/11/2023	28	322.13	129	14.98652	0.000541	232092	239077.90
Testigo - RM/AF-15%	21/10/2023	18/11/2023	28	323.79	130	15.14266	0.000524	241298	
Testigo - RM/AF-15%	21/10/2023	18/11/2023	28	328.20	131	15.26988	0.000526	243844	

- 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 : 3009A-23/LEMS W&C
 Solicitante : Díaz Chávez Ulises
 León Chávez José Antonio
 Proyecto / Obra : Tesis: Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : sábado, 28 de Octubre de 2023
 Fin de Ensayo : 0
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN 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 280kg/cm²)
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad	σ_u	Esfuerzo S2 (40% σ_u) 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
Testigo - RM/AF-30%	21/10/2023	28/10/2023	7	249.25	100	12.65294	0.000471	206738	200712.00
Testigo - RM/AF-30%	21/10/2023	28/10/2023	7	250.18	100	12.70238	0.000494	196689	
Testigo - RM/AF-30%	21/10/2023	28/10/2023	7	257.45	103	13.06929	0.000502	198710	
Testigo - RM/AF-30%	21/10/2023	04/11/2023	14	266.88	107	13.54083	0.000496	208888	213909.31
Testigo - RM/AF-30%	21/10/2023	04/11/2023	14	274.18	110	13.87467	0.000496	214662	
Testigo - RM/AF-30%	21/10/2023	04/11/2023	14	270.26	108	13.64067	0.000483	218177	
Testigo - RM/AF-30%	21/10/2023	18/11/2023	28	292.84	117	13.62375	0.000526	217578	222681.65
Testigo - RM/AF-30%	21/10/2023	18/11/2023	28	303.10	121	15.06117	0.000525	223535	
Testigo - RM/AF-30%	21/10/2023	18/11/2023	28	301.23	120	14.01364	0.000519	226932	

- 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 : 3009A-23/LEMS W&C
 Solicitante : Díaz Chávez Ulises
 León Chávez José Antonio
 Proyecto / Obra : Tesis: Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : sábado, 28 de Octubre de 2023
 Fin de Ensayo : 0
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN 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 280kg/cm2)
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad	σ_u	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria $\epsilon_2 (S_2)$	E_c Kg/cm ²	Promedio E_c Kg/cm ²
Testigo - RM/AF-20%	21/10/2023	28/10/2023	7	276.07	110	14.02070	0.000502	213142	214673.19
Testigo - RM/AF-20%	21/10/2023	28/10/2023	7	274.64	110	13.94678	0.000494	215997	
Testigo - RM/AF-20%	21/10/2023	28/10/2023	7	269.18	108	13.66938	0.000487	214880	
Testigo - RM/AF-20%	21/10/2023	04/11/2023	14	284.73	114	14.46092	0.000486	228179	227937.76
Testigo - RM/AF-20%	21/10/2023	04/11/2023	14	282.79	113	14.80269	0.000474	231679	
Testigo - RM/AF-20%	21/10/2023	04/11/2023	14	296.39	119	15.01277	0.000512	223955	
Testigo - RM/AF-20%	21/10/2023	18/11/2023	28	325.11	130	16.50006	0.000511	246338	241656.14
Testigo - RM/AF-20%	21/10/2023	18/11/2023	28	326.34	131	15.26322	0.000545	232866	
Testigo - RM/AF-20%	21/10/2023	18/11/2023	28	326.23	130	15.17581	0.000519	245765	

- 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 : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio
Tesis **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural**
Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque
Fecha de vaciado : 25/11/2023
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 CON RESIDUOS DE MÁRMOL EN REPLAZO DEL AGREGADO FINO EN DIFERENTES DOSIS

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)	f'c promedio kg/cm ²
01	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	280	25/11/2023	02/12/2023	7	47386.48	15.18	181	262	269
02	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	280	25/11/2023	02/12/2023	7	50020.36	15.22	182	275	
03	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	280	25/11/2023	02/12/2023	7	48447.99	15.07	178	272	
04	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	280	25/11/2023	09/12/2023	14	50292.62	15.08	179	282	286
05	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	280	25/11/2023	09/12/2023	14	52053.65	15.08	179	291	
06	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	280	25/11/2023	09/12/2023	14	50842.24	15.06	178	285	
07	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	280	25/11/2023	23/12/2023	28	57993.40	15.16	180	321	320
08	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	280	25/11/2023	23/12/2023	28	58144.31	15.09	179	325	
09	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	280	25/11/2023	23/12/2023	28	56909.46	15.18	181	314	

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

Solicitante : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio
Tesis **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.**
Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque
Fecha de vaciado : 25/11/2023
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 CON RESIDUOS DE MÁRMOL EN REPLAZO DEL AGREGADO FINO EN DIFERENTES DOSIS

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)	f'c promedio kg/cm ²
01	Testigo - RM-20% + FP- 1 %	280	25/11/2023	02/12/2023	7	48508.15	15.23	182	266	270
02	Testigo - RM-20% + FP- 1 %	280	25/11/2023	02/12/2023	7	48777.35	15.22	182	268	
03	Testigo - RM-20% + FP- 1 %	280	25/11/2023	02/12/2023	7	49281.08	15.07	178	276	
04	Testigo - RM-20% + FP- 1 %	280	25/11/2023	09/12/2023	14	53184.49	15.23	182	292	293
05	Testigo - RM-20% + FP- 1 %	280	25/11/2023	09/12/2023	14	52884.70	15.26	183	289	
06	Testigo - RM-20% + FP- 1 %	280	25/11/2023	09/12/2023	14	52780.69	15.06	178	296	
07	Testigo - RM-20% + FP- 1 %	280	25/11/2023	23/12/2023	28	59845.17	15.21	182	330	331
08	Testigo - RM-20% + FP- 1 %	280	25/11/2023	23/12/2023	28	60075.63	15.16	181	333	
09	Testigo - RM-20% + FP- 1 %	280	25/11/2023	23/12/2023	28	59539.26	15.12	180	332	

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

Solicitante : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio
Tesis : **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.**
Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque
Fecha de vaciado : 25/11/2023
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 CON RESIDUOS DE MÁRMOL EN REMPLAZO DEL AGREGADO FINO EN DIFERENTES DOSIS

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)	f'c promedio kg/cm ²
01	Testigo - RM-20% + FP- 1.5 %	280	25/11/2023	02/12/2023	7	46376.98	15.23	182	254	242
02	Testigo - RM-20% + FP- 1.5 %	280	25/11/2023	02/12/2023	7	40844.08	15.22	182	224	
03	Testigo - RM-20% + FP- 1.5 %	280	25/11/2023	02/12/2023	7	43743.09	15.06	178	246	
04	Testigo - RM-20% + FP- 1.5 %	280	25/11/2023	09/12/2023	14	49065.92	15.28	183	268	270
05	Testigo - RM-20% + FP- 1.5 %	280	25/11/2023	09/12/2023	14	49111.81	15.31	184	267	
06	Testigo - RM-20% + FP- 1.5 %	280	25/11/2023	09/12/2023	14	48904.81	15.06	178	275	
07	Testigo - RM-20% + FP- 1.5 %	280	25/11/2023	23/12/2023	28	51123.68	15.22	182	281	281
08	Testigo - RM-20% + FP- 1.5 %	280	25/11/2023	23/12/2023	28	51201.18	15.26	183	280	
09	Testigo - RM-20% + FP- 1.5 %	280	25/11/2023	23/12/2023	28	50816.75	15.16	181	282	

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

Solicitante : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio
Tesis : **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.**
Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque
Fecha de vaciado : 25/11/2023
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 CON RESIDUOS DE MÁRMOL EN REMPLAZO DEL AGREGADO FINO EN DIFERENTES DOSIS

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)	f'c promedio kg/cm ²
01	Testigo - RM-20% + FP- 2 %	280	25/11/2023	02/12/2023	7	42400.15	15.23	182	233	230
02	Testigo - RM-20% + FP- 2 %	280	25/11/2023	02/12/2023	7	41863.78	15.22	182	230	
03	Testigo - RM-20% + FP- 2 %	280	25/11/2023	02/12/2023	7	40785.96	15.07	178	229	
04	Testigo - RM-20% + FP- 2 %	280	25/11/2023	09/12/2023	14	47434.40	15.23	182	260	264
05	Testigo - RM-20% + FP- 2 %	280	25/11/2023	09/12/2023	14	47888.17	15.17	181	265	
06	Testigo - RM-20% + FP- 2 %	280	25/11/2023	09/12/2023	14	47783.14	15.07	178	268	
07	Testigo - RM-20% + FP- 2 %	280	25/11/2023	23/12/2023	28	50511.86	15.26	183	276	276
08	Testigo - RM-20% + FP- 2 %	280	25/11/2023	23/12/2023	28	49875.57	15.26	183	273	
09	Testigo - RM-20% + FP- 2 %	280	25/11/2023	23/12/2023	28	50306.90	15.17	181	278	

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

Tesistas: : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio

Tesis: **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia
: mecánica del concreto estructural.**

Ubicación : x

Fecha de vaciado : 25/11/2023

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

DISEÑO PATRÓN (DM-01) : para un diseño 280kg/cm² con factor de seguridad 50% (+42)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _r (Mpa)	M _r (promedio) (Mpa)
01	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	25/11/2023	02/12/2023	7	19980	530.00	150.50	150.50	0	3.11	3.43
02	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	25/11/2023	02/12/2023	7	20870	530.00	150.00	150.00	0	3.28	
03	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	25/11/2023	02/12/2023	7	25320	530.00	150.10	151.05	0	3.92	
04	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	25/11/2023	09/12/2023	14	31200	528.00	150.30	150.05	0	4.87	4.88
05	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	25/11/2023	09/12/2023	14	30050	532.00	150.05	150.75	0	4.69	
06	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	25/11/2023	09/12/2023	14	32540	530.00	150.30	150.10	0	5.09	
07	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	25/11/2023	23/12/2023	28	38950	530.00	150.60	150.00	0	6.09	6.02
08	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	25/11/2023	23/12/2023	28	37540	529.00	150.50	150.00	0	5.86	
09	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	25/11/2023	23/12/2023	28	39020	530.00	150.00	150.45	0	6.09	

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

Tesistas: : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio

Tesis: **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.**

Ubicación : x

Fecha de vaciado : 25/11/2023

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

DISEÑO PATRÓN (DM-01) : para un diseño 280kg/cm² con factor de seguridad 50% (+42)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _r (Mpa)	M _r (promedio) (Mpa)
01	Testigo - RM-20% + FP- 1%	25/11/2023	02/12/2023	7	20980	535.00	150.50	150.50	0	3.29	3.69
02	Testigo - RM-20% + FP- 1%	25/11/2023	02/12/2023	7	23510	530.00	150.00	150.00	0	3.69	
03	Testigo - RM-20% + FP- 1%	25/11/2023	02/12/2023	7	26370	530.20	150.10	151.05	0	4.08	
04	Testigo - RM-20% + FP- 1%	25/11/2023	09/12/2023	14	32140	531.00	150.30	150.05	0	5.04	5.06
05	Testigo - RM-20% + FP- 1%	25/11/2023	09/12/2023	14	31250	532.00	150.05	150.75	0	4.88	
06	Testigo - RM-20% + FP- 1%	25/11/2023	09/12/2023	14	33540	530.00	150.30	150.10	0	5.25	
07	Testigo - RM-20% + FP- 1%	25/11/2023	23/12/2023	28	40120	530.00	150.50	150.00	0	6.28	6.31
08	Testigo - RM-20% + FP- 1%	25/11/2023	23/12/2023	28	41250	530.00	150.50	150.00	0	6.46	
09	Testigo - RM-20% + FP- 1%	25/11/2023	23/12/2023	28	39680	530.10	150.00	150.45	0	6.20	

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

Tesistas: : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio

Tesis: **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.**

Ubicación : x

Fecha de vaciado : 25/11/2023

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.

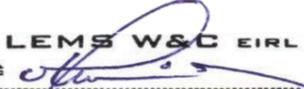
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO PATRÓN (DM-01) : para un diseño 280kg/cm² con factor de seguridad 50% (+42)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _r (Mpa)	M _r (promedio) (Mpa)
01	Testigo - RM-20% + FP- 1.5%	25/11/2023	02/12/22023	7	22980	530.00	150.50	150.00	0	3.60	3.89
02	Testigo - RM-20% + FP- 1.5%	25/11/2023	02/12/22023	7	25140	533.00	150.00	150.00	0	3.97	
03	Testigo - RM-20% + FP- 1.5%	25/11/2023	02/12/22023	7	26310	530.00	150.10	150.55	0	4.10	
04	Testigo - RM-20% + FP- 1.5%	25/11/2023	09/12/22023	14	35210	532.00	150.30	150.05	0	5.54	5.54
05	Testigo - RM-20% + FP- 1.5%	25/11/2023	09/12/22023	14	34890	530.00	150.05	150.75	0	5.42	
06	Testigo - RM-20% + FP- 1.5%	25/11/2023	09/12/22023	14	36210	530.00	150.30	150.10	0	5.67	
07	Testigo - RM-20% + FP- 1.5%	25/11/2023	23/12/22023	28	43250	530.00	150.50	150.00	0	6.77	6.99
08	Testigo - RM-20% + FP- 1.5%	25/11/2023	23/12/22023	28	44510	535.00	150.00	150.00	0	7.06	
09	Testigo - RM-20% + FP- 1.5%	25/11/2023	23/12/22023	28	45710	530.00	150.00	150.45	0	7.14	

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

Tesistas: : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio

Tesis: **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia**
: **mecánica del concreto estructural.**

Ubicación : x

Fecha de vaciado : 25/11/2023

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

DISEÑO PATRÓN (DM-01) : para un diseño 280kg/cm² con factor de seguridad 50% (+42)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _r (Mpa)	M _r (promedio) (Mpa)
01	Testigo - RM-20% + FP- 2%	25/11/2023	02/12/2023	7	24500	530.10	150.50	150.50	0	3.81	3.99
02	Testigo - RM-20% + FP- 2%	25/11/2023	02/12/2023	7	25870	530.00	150.00	150.00	0	4.06	
03	Testigo - RM-20% + FP- 2%	25/11/2023	02/12/2023	7	26540	530.12	150.10	151.05	0	4.11	
04	Testigo - RM-20% + FP- 2%	25/11/2023	09/12/2023	14	35640	535.00	150.10	150.05	0	5.64	5.73
05	Testigo - RM-20% + FP- 2%	25/11/2023	09/12/2023	14	36250	530.00	150.05	150.75	0	5.63	
06	Testigo - RM-20% + FP- 2%	25/11/2023	09/12/2023	14	37850	530.10	150.30	150.10	0	5.93	
07	Testigo - RM-20% + FP- 2%	25/11/2023	23/12/2023	28	46210	532.00	150.50	150.00	0	7.26	7.28
08	Testigo - RM-20% + FP- 2%	25/11/2023	23/12/2023	28	45870	531.00	150.50	150.00	0	7.19	
09	Testigo - RM-20% + FP- 2%	25/11/2023	23/12/2023	28	47230	530.00	150.00	150.45	0	7.37	

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

Tesistas: : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio

Tesis: : **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural**

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 carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	280	25/11/2023	02/12/2023	7	117690	150.05	300.1	1.66	1.664
02	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	280	25/11/2023	02/12/2023	7	117160	150.05	300.2	1.66	
03	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	280	25/11/2023	02/12/2023	7	118450	150.10	300.3	1.67	
04	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	280	25/11/2023	09/12/2023	14	172760	150.25	300.0	2.44	2.451
05	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	280	25/11/2023	09/12/2023	14	176450	150.00	300.0	2.50	
06	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	280	25/11/2023	09/12/2023	14	171150	150.20	300.2	2.42	
07	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	280	25/11/2023	23/12/2023	28	211280	150.05	300.0	2.99	2.977
08	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	280	25/11/2023	23/12/2023	28	209290	150.00	300.0	2.96	
09	Testigo - RM-20% + FP-0.5%	280	25/11/2023	23/12/2023	28	210930	150.00	300.1	2.98	

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Tesistas: : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio

Tesis: : **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.**

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 (revusada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo - RM-20% + FP-1.0%	280	25/11/2023	02/12/2023	7	126690	150.05	300.1	1.79	1.787
02	Testigo - RM-20% + FP-1.0%	280	25/11/2023	02/12/2023	7	127160	150.05	300.2	1.80	
03	Testigo - RM-20% + FP-1.0%	280	25/11/2023	02/12/2023	7	125450	150.10	300.3	1.77	
04	Testigo - RM-20% + FP-1.0%	280	25/11/2023	09/12/2023	14	184760	150.25	300.0	2.61	2.602
05	Testigo - RM-20% + FP-1.0%	280	25/11/2023	09/12/2023	14	186450	150.00	300.0	2.64	
06	Testigo - RM-20% + FP-1.0%	280	25/11/2023	09/12/2023	14	181150	150.20	300.2	2.56	
07	Testigo - RM-20% + FP-1.0%	280	25/11/2023	23/12/2023	28	228280	150.05	300.0	3.23	3.246
08	Testigo - RM-20% + FP-1.0%	280	25/11/2023	23/12/2023	28	229290	150.00	300.0	3.24	
09	Testigo - RM-20% + FP-1.0%	280	25/11/2023	23/12/2023	28	230930	150.00	300.1	3.27	

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Tesistas: : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio

Tesis: : **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.**

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 (revusada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo - RM-20% + FP-1.5%	280	25/11/2023	02/12/2023	7	140690	150.05	300.1	1.99	1.980
02	Testigo - RM-20% + FP-1.5%	280	25/11/2023	02/12/2023	7	138160	150.05	300.2	1.95	
03	Testigo - RM-20% + FP-1.5%	280	25/11/2023	02/12/2023	7	141450	150.10	300.3	2.00	
04	Testigo - RM-20% + FP-1.5%	280	25/11/2023	09/12/2023	14	200760	150.25	300.0	2.84	2.818
05	Testigo - RM-20% + FP-1.5%	280	25/11/2023	09/12/2023	14	199450	150.00	300.0	2.82	
06	Testigo - RM-20% + FP-1.5%	280	25/11/2023	09/12/2023	14	198150	150.20	300.2	2.80	
07	Testigo - RM-20% + FP-1.5%	280	25/11/2023	23/12/2023	28	250280	150.05	300.0	3.54	3.543
08	Testigo - RM-20% + FP-1.5%	280	25/11/2023	23/12/2023	28	251290	150.00	300.0	3.56	
09	Testigo - RM-20% + FP-1.5%	280	25/11/2023	23/12/2023	28	249930	150.00	300.1	3.53	

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Tesistas: : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio

Tesis: : **Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural.**

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 (revusada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo - RM-20% + FP-2%	280	25/11/2023	02/12/2023	7	147950	150.05	300.1	2.09	2.104
02	Testigo - RM-20% + FP-2%	280	25/11/2023	02/12/2023	7	148950	150.05	300.2	2.11	
03	Testigo - RM-20% + FP-2%	280	25/11/2023	02/12/2023	7	149670	150.10	300.3	2.11	
04	Testigo - RM-20% + FP-2%	280	25/11/2023	09/12/2023	14	221760	150.25	300.0	3.13	3.124
05	Testigo - RM-20% + FP-2%	280	25/11/2023	09/12/2023	14	219450	150.00	300.0	3.10	
06	Testigo - RM-20% + FP-2%	280	25/11/2023	09/12/2023	14	222150	150.20	300.2	3.14	
07	Testigo - RM-20% + FP-2%	280	25/11/2023	23/12/2023	28	269280	150.05	300.0	3.81	3.817
08	Testigo - RM-20% + FP-2%	280	25/11/2023	23/12/2023	28	268290	150.00	300.0	3.80	
09	Testigo - RM-20% + FP-2%	280	25/11/2023	23/12/2023	28	271930	150.00	300.1	3.85	

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitud de Ensayo : 3009A-23/LEMS W&C
 Solicitante : Díaz Chávez Ulises
 León Chávez José Antonio
 Proyecto / Obra : Tesis: Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : sábado, 4 de Noviembre de 2023
 Fin de Ensayo :
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN 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 280kg/cm²)
 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_2 (S ₂)	E _c Kg/cm ²	Promedio E _c Kg/cm ²
Testigo - RM-20% + FP-0.5%	28/10/2023	04/11/2023	7	261.91	105	13.10738	0.000501	203050	212460.32
Testigo - RM-20% + FP-0.5%	28/10/2023	04/11/2023	7	275.01	110	13.76041	0.000495	216417	
Testigo - RM-20% + FP-0.5%	28/10/2023	04/11/2023	7	271.70	109	13.59642	0.000486	217914	
Testigo - RM-20% + FP-0.5%	28/10/2023	11/11/2023	14	281.67	113	14.04305	0.000512	213637	220665.72
Testigo - RM-20% + FP-0.5%	28/10/2023	11/11/2023	14	291.53	117	14.53557	0.000503	225235	
Testigo - RM-20% + FP-0.5%	28/10/2023	11/11/2023	14	285.50	114	14.19696	0.000498	223125	
Testigo - RM-20% + FP-0.5%	28/10/2023	25/11/2023	28	321.38	129	14.95228	0.000519	242111	237104.12
Testigo - RM-20% + FP-0.5%	28/10/2023	25/11/2023	28	325.60	130	15.00912	0.000541	234891	
Testigo - RM-20% + FP-0.5%	28/10/2023	25/11/2023	28	315.37	126	14.67091	0.000526	234311	

- 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

Solicitud de Ensayo : 3009A-23/LEMS W&C
 Solicitante : Díaz Chávez Ulises
 León Chávez José Antonio
 Proyecto / Obra : Tesis: Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : sábado, 4 de Noviembre de 2023
 Fin de Ensayo : 0
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN 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 280kg/cm2)
 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_2 (S ₂)	E _c Kg/cm ²	Promedio E _c Kg/cm ²
Testigo - RM-20% + FP-1.0%	28/10/2023	04/11/2023	7	266.35	107	13.52137	0.000488	212553	218499.13
Testigo - RM-20% + FP-1.0%	28/10/2023	04/11/2023	7	268.18	107	0.00048	0.000479	218138	
Testigo - RM-20% + FP-1.0%	28/10/2023	04/11/2023	7	276.37	111	14.02971	0.000479	224806	
Testigo - RM-20% + FP-1.0%	28/10/2023	11/11/2023	14	292.03	117	14.81774	0.000478	238340	233618.47
Testigo - RM-20% + FP-1.0%	28/10/2023	11/11/2023	14	289.24	116	14.73175	0.000492	228466	
Testigo - RM-20% + FP-1.0%	28/10/2023	11/11/2023	14	296.39	119	14.70411	0.000494	234050	
Testigo - RM-20% + FP-1.0%	28/10/2023	25/11/2023	28	329.46	132	15.32847	0.000519	248205	248424.47
Testigo - RM-20% + FP-1.0%	28/10/2023	25/11/2023	28	332.92	133	16.78665	0.000515	250131	
Testigo - RM-20% + FP-1.0%	28/10/2023	25/11/2023	28	327.78	131	15.24942	0.000519	246938	

- 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

Solicitud de Ensayo : 3009A-23/LEMS W&C
Solicitante : Díaz Chávez Ulises
León Chávez José Antonio
Proyecto / Obra : Tesis: Influencia de residuos de mármol en combinación con fibras de polipropileno en la resistencia mecánica del concreto estructural
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : sábado, 4 de Noviembre de 2023
Fin de Ensayo : 0
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN 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 280kg/cm2)
Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad	σ_u	Esfuerzo S2 (40% σ_u) 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
Testigo - RM-20% + FP-2.0%	28/10/2023	04/11/2023	7	232.81	93	11.81890	0.000471	193098	183533.16
Testigo - RM-20% + FP-2.0%	28/10/2023	04/11/2023	7	230.17	92	11.68674	0.000494	180966	
Testigo - RM-20% + FP-2.0%	28/10/2023	04/11/2023	7	228.73	91	11.61296	0.000502	176536	
Testigo - RM-20% + FP-2.0%	28/10/2023	11/11/2023	14	260.45	104	13.21466	0.000496	203855	207290.29
Testigo - RM-20% + FP-2.0%	28/10/2023	11/11/2023	14	265.03	106	13.34057	0.000500	206045	
Testigo - RM-20% + FP-2.0%	28/10/2023	11/11/2023	14	267.97	107	13.31293	0.000493	211972	
Testigo - RM-20% + FP-2.0%	28/10/2023	25/11/2023	28	276.26	111	12.85238	0.000526	205258	206413.15
Testigo - RM-20% + FP-2.0%	28/10/2023	25/11/2023	28	272.78	109	13.84330	0.000511	206699	
Testigo - RM-20% + FP-2.0%	28/10/2023	25/11/2023	28	275.14	110	12.79908	0.000519	207282	

- 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

Panel fotográfico.



Fig.1. Acopio de residuos de mármol



Fig.2. Análisis granulométrico de los RM



Fig.3. Fibra macrosintética de polipropileno



Fig. 4, Fibra para ser agregada a la mezcla



Fig.5. Control de cantidad de materiales por tanda de ensayo



Fig.6. Incorporación de materiales a la mezcladora de concreto.



Fig.7. Mezcla de concreto con FPM



Fig.8. Ensayo de Slump a la mezcla de concreto



Fig.9. Ensayo de Slump



Fig. 10. Ensayo de contenido de aire a la mezcla de concreto.



Fig.11. Ensayo de peso unitario a la mezcla de concreto



Fig.12. Moldeado de especímenes para ensayos mecánicos.



Fig.13. Ensayo de resistencia a compresión.



Fig.14. Ensayo de resistencia a compresión.



Fig.15. Ensayo de resistencia a compresión.



Fig. 16. Ensayo de resistencia a la tracción del concreto



Fig.17. Ensayo de resistencia a la tracción del concreto

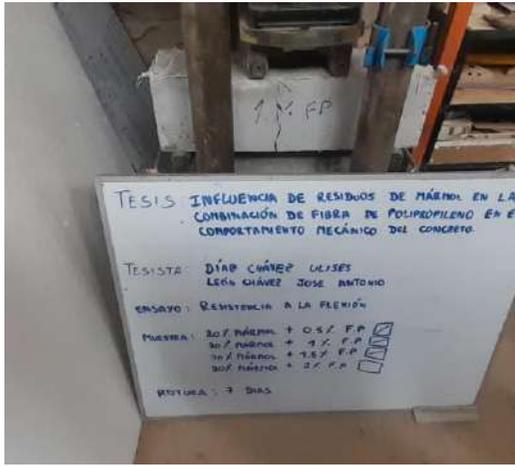


Fig.18. Ensayo de resistencia a la flexión.



Fig.19. Especímen con FPm luego de la falla por flexión.



Fig.20. Modos de falla en especímenes luego de ensayo a compresión.



Fig.21. Modos de falla en especímenes luego de ensayo a compresión.



Fig.22. Modos de falla en especímenes luego de ensayo a compresión.