



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL**

**Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto**

**$f'_c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de**

**residuos de mármol, Lima 2020.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Arimana Huamani, Ian Andy (ORCID: 0000-0001-6431-3928)

Taquiri Pillaca, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-6246-5087)

**ASESOR:**

Mg. Tacza Zevallos, John Nelinho (ORCID: 0000-0002-1763-9375)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA - PERÚ**

**2020**

### **Dedicatoria**

Por su apoyo incondicional en toda mi carrera profesional dedico esta investigación a mis padres, muy agradecido, ya que fueron un pilar fundamental y motor en cumplimiento de mis metas y sueños.

ARIMANA HUAMANI, IAN ANDY

A mis padres por su incondicional e inquebrantable apoyo en estos años de mi vida universitaria, ellos son el motivo para mejorar en lo personal y profesional.

TAQUIRI PILLACA, LUIS ALBERTO

### **Agradecimiento**

A todas las personas que hicieron posible el proceso de mi carrera profesional y en especial a mis asesores por sus consejos y enseñanzas ya que gracias a ellos aprendí la importancia de la investigación.

ARIMANA HUAMANI, IAN ANDY

A mi familia por el cariño incondicional, apoyo y amor, que están a mi lado en los buenos y malos momentos, a mis asesores y a mis amigos por los momentos compartidos.

TAQUIRI PILLACA, LUIS ALBERTO

## Índice de contenidos

	Pág.
Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vii
Índice de abreviaturas .....	viii
Resumen .....	ix
Abstract .....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	28
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	28
3.2. Variables y operacionalización.....	29
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis .....	29
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	31
3.5. Procedimientos .....	34
3.6. Método de análisis de datos.....	35
3.7. Aspectos éticos .....	36
IV. RESULTADOS.....	37
V. DISCUSION .....	37
VI. CONCLUSIONES .....	80
VII. RECOMENDACIONES .....	82
REFERENCIAS .....	83
ANEXOS .....	90

## Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1. Granulometría para agregados finos.....	14
Tabla 2. Propiedades del mármol .....	16
Tabla 3. Canteras de mármol en el Perú.....	18
Tabla 4. Empresas comercializadoras de mármol .....	19
Tabla 5. Tipo de consistencia y asiento en el cono de Abrams.....	22
Tabla 6. Trabajabilidad del concreto .....	23
Tabla 7. Número de probetas para el ensayo a la compresión del concreto.....	30
Tabla 8. Número de vigas para el ensayo a la flexión del concreto .....	31
Tabla 9. Validación por juicio de expertos.....	32
Tabla 10. Rango de confiabilidad del instrumento .....	34
Tabla 11. Confiabilidad del instrumento .....	34
Tabla 12. Ensayo granulométrico del agregado grueso.....	37
Tabla 13. Peso específico y absorción del agregado grueso .....	38
Tabla 14. Peso unitario suelto del agregado grueso .....	39
Tabla 15. Peso unitario compactado del agregado grueso .....	40
Tabla 16. Contenido de humedad del agregado grueso .....	40
Tabla 17. Ensayo granulométrico del agregado fino.....	41
Tabla 18. Peso específico y absorción del agregado fino .....	42
Tabla 19. Peso unitario suelto del agregado fino .....	43
Tabla 20. Peso unitario compactado del agregado fino .....	43
Tabla 21. Contenido de humedad del agregado fino .....	44
Tabla 22. Ensayo granulométrico del mármol.....	44
Tabla 23. Peso específico y absorción del mármol .....	45
Tabla 24. Peso unitario suelto del mármol .....	46
Tabla 25. Peso unitario compactado del mármol .....	47
Tabla 26. Contenido de humedad del mármol .....	47
Tabla 27. Relación a/c según resistencia.....	48
Tabla 28. Volumen unitario de agua .....	49
Tabla 29. Volumen de agregado grueso compactado por unidad de vol. de concreto .....	50
Tabla 30. Corrección de los agregados por %w y %a (diseño patrón).....	51

Tabla 31. Dosificación final por m3 (patrón) .....	52
Tabla 32. Corrección de los agregados por %w y %a (5% mármol) .....	52
Tabla 33. Dosificación final por m3 (5% de residuos de mármol) .....	53
Tabla 34. Corrección de los agregados por %w y %a (10% mármol) .....	54
Tabla 35. Dosificación final por m3 (10% de residuos de mármol) .....	54
Tabla 36. Corrección de los agregados por %w y %a (15% mármol) .....	55
Tabla 37. Dosificación final por m3 (15% de residuos de mármol) .....	55
Tabla 38. Medición del asentamiento de la mezcla en el laboratorio .....	56
Tabla 39. Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 7, 14 y 28 día.57	
Tabla 40. Resistencia a la compresión del concreto con 5% de residuos de mármol a los 7, 14 y 28 días .....	59
Tabla 41. Resistencia a la compresión del concreto con 10% de residuos de mármol a los 7,14 y 28 días .....	60
Tabla 42. Resistencia a la compresión del concreto con 15% de residuos de mármol a los 7, 14 y 28 días .....	62
Tabla 43. Resistencia a la flexión del concreto patrón a los 7, 14 y 28 días .....	64
Tabla 44. Resistencia a la flexión del concreto con 5% de residuos de mármol a los 7, 14 y 28 días .....	66
Tabla 45. Resistencia a la flexión del concreto con 10% de residuos de mármol a los 7, 14 y 28 días .....	67
Tabla 46. Resistencia a la flexión del concreto con 15% de residuos de mármol a los 7, 14 y 28 días .....	69
Tabla 47. Prueba de normalidad - trabajabilidad (15% <i>mármol</i> ) .....	71
Tabla 48. Resumen estadístico - trabajabilidad (15% mármol) .....	71
Tabla 49. Prueba t de student - trabajabilidad (15% mármol) .....	71
Tabla 50. Prueba de normalidad - resistencia a la compresión (15% mármol) ..	73
Tabla 51. Resumen estadístico - resistencia a la compresión (15% mármol) ....	74
Tabla 52. Prueba t de student - resistencia a la compresión (15% mármol) .....	74
Tabla 53. Prueba de normalidad - resistencia a la flexión (15% mármol) .....	74
Tabla 54. Resumen estadístico - resistencia a la flexión (15% mármol) .....	76
Tabla 55. Prueba t de student - resistencia a la flexión (15% mármol) .....	76

## Índice de figuras

	Pág.
Figura 1. Cantera de Mármol .....	17
Figura 2. Lamina de mármol - Empresa Pierinelli S.A.C .....	19
Figura 3. Botadero de mármol y granito - Empresa Pierinelli S.A.C.....	20
Figura 4. Residuos de mármol - Marmolería Padre Eterno (El Agustino).....	21
Figura 5. Ensayo de consistencia del concreto .....	22
Figura 6. Medición del asentamiento .....	23
Figura 7. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto .....	24
Figura 8. Tipos de fractura en ensayos de la resistencia a la compresión del concreto .....	25
Figura 9. Diagrama de ensayo a la flexión del concreto en vigas .....	26
Figura 10. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto .....	27
Figura 11. Curva granulométrica del agregado grueso .....	38
Figura 12. Curva granulométrica del agregado fino .....	41
Figura 13. Curva granulométrica del mármol .....	45
Figura 14. Comparación del asentamiento (patrón, 5%, 10% y 15%) .....	56
Figura 15. Comparación de la resistencia a la compresión del concreto patrón.	58
Figura 16. Comparación de la resistencia a la compresión del concreto con 5% de residuos de mármol.....	59
Figura 17. Comparación de la resistencia a la compresión del concreto con 10% de residuos de mármol.....	61
Figura 18. Comparación de la resistencia a la compresión del concreto con 15% de residuos de mármol.....	62
Figura 19. Comparación de la resistencia a la compresión del concreto (patrón, 5%, 10% y 15%) a los 28 días. ....	63
Figura 20. Comparación de la resistencia a la flexión del concreto patrón .....	65
Figura 21. Comparación de la resistencia a la flexión del concreto con 5% de residuos de mármol.....	66
Figura 22. Comparación de la resistencia a la flexión del concreto con 10% de residuos de mármol.....	68
Figura 23. Comparación de la resistencia a la flexión del concreto con 15% de residuos de mármol.....	69
Figura 24. Comparación de la resistencia a la flexión del concreto (patrón, 5%, 10% y 15%) a los 28 días.....	70

## **Índice de abreviaturas**

ACI: American Concrete Institute

ASTM: American Society for Testing and Materials

MR: Módulo de rotura

NTP: Norma Técnica Peruana

VD: Variable dependiente

VI: Variable independiente



## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal evaluar la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f_c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de mármol, teniendo en cuenta de que se genera hasta el 30% de residuos de mármol por metro cúbico extraído de la cantera, la finalidad es lograr que el concreto mejore sus respectivas propiedades por medio de la reutilización de los residuos que se originan durante la extracción de mármol reduciendo los desechos resultantes durante su procesamiento. La metodología del estudio es del tipo aplicada con un enfoque cuantitativo, el diseño es experimental, de nivel explicativa. Se elaboraron 36 muestras cilíndricas para el ensayo a compresión y 36 vigas prismáticas para el ensayo a flexión, así mismo se midió el asentamiento de las mezclas. Se concluye que con la adición del 15% de estos residuos se obtuvo favorables resultados incrementando en un 18.3% y 21.4% la resistencia a la compresión y flexión respectivamente. Además de que la mezcla posee una consistencia fluida con un slump promedio >6" mejorando la trabajabilidad. Se recomienda que la trituración de los residuos de mármol se realice de forma homogénea, la composición de las diferentes variedades y colores que presenta esta piedra pueden presentar un cambio en el diseño de mezcla, además el reemplazo del 15% de la arena gruesa por residuos de mármol en el concreto sea empleado para fines estructurales, de la misma forma, se tenga en cuenta la medición del esfuerzo a edades superiores a los 28 días con la finalidad de obtener resultados precisos de la resistencia.

**Palabras clave:** concreto, mármol, diseño de mezcla, compresión, flexión

## ABSTRACT

The main objective of this research is to evaluate the compression and flexural resistance of concrete  $f'c$ : 210 kg / cm<sup>2</sup>, by adding marble waste, taking into account that up to 30% of marble waste is generated by cubic meter extracted from the quarry, the purpose is to achieve that the concrete improves its respective properties by means of the reuse of the residues that originate during the extraction of marble reducing the resulting residues during its processing. The study methodology is of the type applied with a quantitative approach; the design is experimental, explanatory level. 36 cylindrical samples were made for the compression test and 36 prismatic beams for the flexure test, and the slump of the mixtures was also measured. It is concluded that with the addition of 15% of these residues, favorable results were obtained, increasing the resistance to compression and flexion by 18.3% and 21.4%, respectively. In addition to that the mixture has a fluid consistency with an average slump >6" improving workability. It is recommended that the crushing of marble residues be carried out in a homogeneous way, the composition of the different varieties and colors presented by this stone may present a change in the mix design, in addition to the replacement of 15% of the coarse sand by residues marble in concrete is used for structural purposes, in the same way, the measurement of effort at ages greater than 28 days is taken into account in order to obtain accurate results of resistance.

**Keywords:** concrete. marble, mix design, compression, flexion.

## I. INTRODUCCIÓN

El concreto es esencial para el desarrollo de toda infraestructura, ya que juega un rol importante en la construcción, se han implementado y desarrollado nuevas tecnologías para mejorar sus propiedades. Además, es uno de los materiales de construcción más importantes, solo basta que miremos a las diferentes estructuras en nuestro país tales como: las viviendas, edificios, hospitales, centros comerciales, carreteras, etc.

El crecimiento de la población en el Perú es alto. Por esta razón, muchos ven la necesidad de construir sus viviendas de manera informal, sin asesoramiento, sin supervisión y técnicas de construcción deficientes. Esto conlleva a un grave riesgo y se encuentren vulnerables a los desastres naturales. Quienes realizan estos trabajos generalmente ignoran el diseño de mezcla para una determinada resistencia del concreto, no tienen en cuenta la calidad de los agregados o el volumen exacto de materiales para proporcionar la resistencia requerida. Por esta razón, muchos de estas edificaciones presentan muchas deficiencias y es un riesgo latente al colapso.

Actualmente, al aditivo se le considera como un agregado que aumenta la resistencia al concreto. La práctica y el uso apropiado de estos materiales garantiza un buen perfeccionamiento del plan. Por lo tanto, se deben de buscar alternativas efectivas que mejoren significativamente el proceso de construcción, incrementen la resistencia del concreto y se reduzcan los costos. Durante muchos años se viene empleando dosificaciones de mezcla de concreto para diferentes factores de resistencia, utilizando agregados, cemento, agua y aditivos según sea necesario. Recientemente, se viene empleando diversos aditivos, en particular los provenientes del reciclaje, ya que es económico reusar estos materiales y emplearlos en la construcción. Diversas empresas en el Perú realizan reparaciones y comercializan el mármol produciéndose una gran cantidad de residuos, este material es desechado por estas empresas y no es reutilizado. Por lo tanto, este material se puede emplear para la elaboración del concreto. Uno de los problemas encontrados es que no hay una norma que regule específicamente este material como un agregado, pero la NTP 400.037 brinda las especificaciones que requieren los agregados para emplearlos en el concreto.

Esta investigación se basa en emplear los residuos de mármol, el cual es el derivado de la utilización en todo tipo de decoraciones de viviendas, esculturas etc. En resumen, al emplear estos residuos en el concreto se busca mejorar la resistencia y reducir los desechos de las principales industrias.

### **Formulación del problema**

Las grandes industrias del mármol producen gran cantidad de residuos durante las etapas de extracción y procesamiento. Estos residuos se depositan en vertederos. Por otra parte, las empresas de marmolerías pequeñas vierten sus residuos en ríos o en vertederos clandestinos, creando mayor contaminación al medio ambiente, así como posibles problemas de salud. De tal forma, los residuos generados son abundantes y una opción para su reúso es emplear este material de desecho como un agregado para la producción de concreto.

### **Problema General**

¿Con la adición del 5%, 10%, 15% de residuos de mármol incrementará la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>?

### **Problemas Específicos**

PE1: ¿Con la adición del 5%, 10% y 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino mejorará la trabajabilidad del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>?

PE2: ¿Con la adición del 5%, 10% y 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino incrementará la resistencia a la compresión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>?

PE3: ¿Con la adición del 5%, 10% y 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino incrementará la resistencia a la flexión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>?

### **Justificación de la investigación**

#### **Justificación teórica**

Perú es uno de los países sudamericanos con mayor producción de mármol, posee canteras en diversas regiones y es comercializado en grandes cantidades. La presente obtener un concreto estructural con residuos de mármol para mejorar su resistencia. Teniendo en cuenta de que se genera hasta el 30% de residuos de mármol por metro cúbico extraído de la cantera.

Todos estos aspectos son importantes cuya la finalidad es lograr que el concreto mejore sus respectivas propiedades por medio de la reutilización de los residuos que se originan durante la extracción de mármol reduciendo los desechos resultantes durante su procesamiento. Sin embargo, como no hay suficientes estudios relacionados sobre el tema, las investigaciones realizadas mediante los ensayos de laboratorio al concreto, mostrarán si el uso de residuos de mármol en el reemplazo parcial de la arena gruesa incrementará sus propiedades.

### **Justificación practica**

El objetivo de esta justificación es evaluar si la incorporación de residuos de mármol para la obtención del concreto, empleándolo como un agregado fino es viable y de esta manera buscar el reúso de estos residuos que se genera en grandes cantidades desde su extracción en las canteras.

### **Justificación metodológica**

En esta investigación se determinará nuevos diseños de mezcla realizados siguiendo las pautas del comité ACI a partir de los ensayos ejecutados a los agregados que servirán para elaboración de las muestras.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Evaluar la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f_c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición del 5%, 10%, 15% de residuos de mármol.

### **Objetivos Específicos**

OE1: Analizar la trabajabilidad del concreto  $f_c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición del 5%, 10% y 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino.

OE2: Determinar la resistencia a la compresión del concreto  $f_c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición del 5%, 10% y 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino.

OE3: Calcular la resistencia a la flexión del concreto  $f_c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición del 5%, 10% y 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino.

## **HIPÓTESIS**

### **Hipótesis General**

La adición del 15% de residuos de mármol incrementará la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Hipótesis Específicos**

HE1: La adición del 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino mejorará la trabajabilidad del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>.

HE2: La adición del 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino incrementará la resistencia a la compresión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>.

HE3: La adición del 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino incrementará la resistencia a la flexión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>

## II. MARCO TEÓRICO

### Tesis nacionales

Castillo (2018). Realizó una investigación titulada *“Sustitución de 50% y 75% de agregado grueso por desperdicio de baldosas cerámicas en la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>”*. Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad San Pedro. La investigación tiene como objetivo conocer la resistencia del concreto a compresión incluyendo residuos de baldosas en un 50% y 75% en el agregado grueso para un  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, y su posible uso en elementos estructurales y no estructurales. El tipo de la presente investigación fue experimental con un alcance descriptivo, porque experimenta el efecto de la sustitución en un 50% y 75% de residuos de baldosas cerámicas como agregado grueso frente a la utilización de agregado normal. Se concluyó que el valor del esfuerzo alcanzado es 148 kg/cm<sup>2</sup> en el día 7, un esfuerzo de 190 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y a los 28 días 241 kg/cm<sup>2</sup>. El valor de  $f'c$  experimental con 50% de desperdicios, a los 7 días fue de 110 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días 145 kg/cm<sup>2</sup>, y a los 28 días tuvo un promedio de 237 kg/cm<sup>2</sup>. El valor de  $f'c$  experimental de 75% de baldosas, a los 7 días tuvo un promedio de 104 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días 138 kg/cm<sup>2</sup>, y 219 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. De la misma forma, Choquevilca (2017). Realizó una investigación titulada *“Comparación de la resistencia mecánica a la compresión del concreto elaborado con residuos de mármol”*. Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad de Huánuco. La finalidad del estudio fue realizar un estudio de semejanzas de concreto inicial y el concreto hecho a base de restos de mármol; definir sus propiedades más importantes como la compresión. Este estudio se clasificó como un estudio cuantitativo, es decir, los datos son resultados de ensayos realizados mediante pruebas de laboratorio, teniendo un diseño experimental y un alcance descriptivo. El estudio concluye que el concreto con mármol tiene mejor consistencia y resistencia que el concreto sin mármol, el esfuerzo de la muestra de referencia alcanzó 268.01 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, con el empleo de residuos de mármol en 10 por ciento alcanzó una resistencia de 289.18 kg/cm<sup>2</sup> en 28 días. Además, Castillo & Quispe (2019). Realizó una investigación titulada *“Propiedades mecánicas del concreto elaborado con adición de vidrio molido y cuarcita”*. Tesis para optar al título de Ingeniero Civil de la Universidad

Nacional de San Agustín. Su objetivo es analizar el comportamiento del concreto reemplazando parcialmente el cemento Wari I por vidrio molido y/o cuarcita como un porcentaje de 5%, 10%, 15%, 20% y 25% con la finalidad de comparar ambas muestras de concreto y a la vez aportar el uso de materiales en desuso como es el vidrio, mediante ensayos realizados a las distintas mezclas se consiguió valores del esfuerzo a la compresión a los 3, 7, 14, y 28 días, así como pruebas de tracción indirecta y esfuerzo a la flexión. La metodología utilizada en este estudio es experimental con un nivel correlacional, ya que el objetivo es evaluar la existencia de la correlación entre ambos grupos de concreto a estudiar. La investigación concluye que al hacer el reemplazo en un 5% por vidrio molido, la resistencia tiende a subir en un 0.43% y con 10%, 15%, 20% y 25%, la resistencia del concreto disminuye en 11.67%, 21.81%, 28.96% y 35.41% respectivamente a los 28 días de edad y según los ensayos realizados se determinó que al hacer el reemplazo en un 5%, 10%, 15%, 20% y 25% por cuarcita molida, la resistencia a la compresión a los 28 días disminuyó en 1.4%, 8.46%, 11.26%, 23.26% y 31.73% respectivamente. Asimismo, Quiliche (2018). Realizó una investigación titulada *“Influencia del polvo de mármol y superplastificante sobre la compresión, porosidad, capacidad al paso y relleno de un concreto autocompactante, Trujillo 2018”*. Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Privada del Norte. Tiene como objetivo determinar la medida apropiada de polvo de mármol y superplastificante para mezclar y obtener concreto autocompactante para que incluirlo en edificaciones que necesiten refuerzo como es el caso de losas, columnas y losas de cimentación. El contenido de polvo de mármol es de 0.50%, 1.00%, 1.50% y 2.00%, en relación al cemento, y el nivel de superplastificante es 0.30%, 0.35%, 0.40% y 0.45% en relación al cemento, la mezcla se diseñó según el método ACI para hormigón autocompactante con una resistencia de 350 kg/cm<sup>2</sup>. La metodología utilizada en el estudio fue el rendimiento cuantitativo y preexperimental. El estudio concluye que los porcentajes de superplastificantes y polvo de mármol aumenta las propiedades del concreto autocompactante, mejorando en el rango de 0,45% y 2,00% de polvo de mármol, lo que incrementa la compresión del concreto a 438 kg/cm<sup>2</sup> después de 28 días y 519 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia de después de 56 días, con un aumento del 17% y 30% respectivamente después de 28 y 56 días del ensayo. El uso de residuos de mármol reduce el costo del concreto por metro cúbico



hasta en dos por ciento, en comparación con el concreto con micro sílice, además mejora las propiedades del concreto autocompactante. De la misma manera, Quispe y Miranda (2018). Realizaron una investigación titulada *“Influencia en la resistencia a la compresión del concreto convencional al sustituir agregado fino por plástico pet y caucho de llantas recicladas”*. Tesis para optar al título de Ingeniero Civil de la Universidad Privada del Norte. El objetivo de este estudio fue calcular el efecto de la resistencia a la compresión del concreto convencional al reemplazar el agregado fino con plástico PET y caucho de neumáticos reciclados: 0%, 5%, 10% y 15% en relación al volumen del concreto 175 kg/cm<sup>2</sup>. La investigación concluyó que la prueba patrón obtuvo 128,26 kg/cm<sup>2</sup>, 163,71 kg/cm<sup>2</sup>, 172,69 kg/cm<sup>2</sup>; después de 7, 14 y 28 días de tratamiento, con caucho en 5% el esfuerzo obtenido a los 7, 14 y 28 días fue de 97.00 kg/cm<sup>2</sup>, 134.16 kg/cm<sup>2</sup>, 140.04 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; el esfuerzo obtenido con 10% de caucho fue de 72.81 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 80.15 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 118.90 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días; con 15% de caucho a los de 7, 14 y 28 días fue de 80 kg/cm<sup>2</sup>, 64,17 kg/cm<sup>2</sup>, 86,62 kg/cm<sup>2</sup>; mientras que el concreto con plástico PET al 5% se obtuvo un esfuerzo de 125,96 kg/cm<sup>2</sup>, 153,51 kg/cm<sup>2</sup>, 163,24 kg/cm<sup>2</sup> después de 7, 14 y 28 días de curado; el concreto con 10% de plástico PET obtuvo resistencia de 87,47 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 137,97 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días, 150,76 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días y finalmente la adición de 15% de plástico PET obtuvo resistencias promedios de 72,29 kg/cm<sup>2</sup>, 111,47 kg/cm<sup>2</sup>, 137,26 kg/cm<sup>2</sup> a los 7, 14 y 28 días. Por su parte, Vásquez (2018). Realizó una investigación titulada *“Evaluación de la proporción óptima con ceniza de cal para la obtención de bloques de concreto tipo NP, elaborados con maquinaria semi industrial vibro-compactadora en la ciudad de Cerro de Pasco - 2018”*. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil de la U. Nacional Daniel Alcides Carrión. El objetivo del estudio fue determinar la interacción más adecuada con las cenizas para obtener aleaciones de caucho tipo NP desarrolladas en Cerro de Pasco. La metodología utilizada fue experimental para la demostración de la hipótesis, con la manipulación deliberada de la variable independiente, la cual producirá modificaciones en la variable dependiente. La investigación concluyó que el estudio demostró la resistencia a la compresión en grupos formados en una proporción de 1:7 con cenizas cal de 35.73 kg/cm<sup>2</sup>, mayores que los 20 kg/cm<sup>2</sup> recomendados en la norma E.070, después de 7 días las muestras diseñadas en 1:7 con cenizas de

cal cumple con el 40.09% de protección según norma; después de 28 días, con este valor se podrá realizar ensayos de calidad para corroborar la correcta ejecución de la mezcla y corregirlo de ser el caso.

### **Tesis Internacionales**

Kore y Vyas (2017). Realizó una investigación titulada: "*Behavior of concrete using marble waste as coarse aggregate*". Artículo publicado por el departamento de Ingeniería Civil del Instituto UK India Education & Research Initiative. Este artículo tiene como objetivo principal obtener la mezcla de hormigón M15 usando el mármol como reemplazo parcial y completa de los agregados naturales, el cemento utilizado en este estudio fue de Portland puzolánico cemento. El agregado grueso disponibles de forma natural de volumen límite de 20 mm fue utilizado y arena de río natural como agregado fino. Esta investigación tiene como metodología experimental, el concreto M15 se mezcla con el agua y cemento constante 0,55 cemento contenido de 338 kg/m<sup>3</sup> se prepararon para las muestras de ensayo, el hormigón se preparó sustituyendo el aglomerado grueso natural por el añadido de mármol con diferentes proporciones 20%, 40%, 60%, 80% y 100% en peso. Esta investigación concluye que la trabajabilidad de todas las mezclas que contienen agregado de mármol aumentó a medida que el nivel de porcentaje de sustitución de los agregados naturales de áridos de mármol aumento, a la compresión de todas las mezclas de hormigón que contienen agregado de mármol muestra tendencia al alza hasta el nivel de reemplazo 80%, la permeabilidad de las mezclas de concreto se incrementó como el nivel de porcentaje de sustitución de áridos naturales por áridos de mármol aumento, debido a que más poros estaban presentes en la mezcla de hormigón que contiene agregado de mármol y la deficiencia de las partículas de dimensiones inferiores a 10 mm mezclas de concreto que contienen agregado de mármol muestra una reducción en el esfuerzo en paralelo con la de control de hormigón bajo ataque ácido sulfúrico externo. Así mismo, Parth, Amitkumar y Jayeshkumar. (2018) en su investigación denominada: "*An experimental study on properties of concrete incorporating marble powder*". Artículo publicado en la revista internacional de investigación innovadora en tecnología. Este artículo tiene como objetivo principal el empleo de sustancias reciclados y de desecho en diversas aplicaciones de construcción como el polvo de mármol en reemplazo del cemento. Esta

investigación tiene como metodología experimental. La investigación concluye que la trabajabilidad del polvo de mármol aumenta más que el concreto normal. Se añadió polvo de mármol en un rango de 5%, 10% en peso del cemento para mantener el slump. El polvo de lodo de mármol se puede usar como relleno y ayuda a disminuir el contenido total de vacíos. A través de la reacción con la mezcla de concreto, el polvo de lodo de mármol mejora la reacción puzolánica, el relleno de micro agregados y la durabilidad del concreto. Los bloques de hormigón tienen incrementa de su resistencia principal a compresión con el aumento del contenido de los desechos de mármol. De igual manera, Kiran et al. (2020). Realizaron una investigación titulada: "*Determination of strength properties of concrete with marble powder*". Artículo publicado en la revista internacional de investigación innovadora en tecnología. Este artículo tiene como objetivo principal realizar un concreto con polvo de mármol como sustituto del cemento en varios niveles de reemplazo del 0 al 30% con un intervalo del 10% para el grado M25. Esta investigación tiene como metodología experimental. La investigación concluye que los resultados indicaron que aumenta la resistencia hasta un 30% en reemplazo del cemento con polvo de mármol y que tiene la mayor calidad. El esfuerzo a la tracción aumenta de manera constante hasta un 20% de sustitución y para una sustitución del 30% de polvo de mármol se obtuvo una ligera reducción en la calidad observada y se dice que el 20% es ideal. La resistencia a la flexión tiene mejores resultados para una sustitución del 10% durante los 7 y 28 días, del mismo modo, la sustitución del 20% tiene una mejor calidad en comparación con la normal. Asimismo, Gulden y Turhan (2016). Realizaron una investigación titulada: "*Durability properties of concrete produced by marble waste as aggregate or mineral additives*". Artículo publicado por la Universidad de Mármara, Estambul. Esta investigación tiene como objetivo la durabilidad del hormigón producido con el añadido de mármol residual basado en estudios previos, en este contexto, las propiedades de durabilidad del concreto, tales como: absorción del agua y permeabilidad, penetración de cloruro y carbonatación, ataque de sulfato y resistencia a la abrasión y, por último, los ciclos de alta temperatura y congelación y descongelación. La metodología que se usaron para la realización de esta investigación fue cuantitativa y pre experimental. La investigación concluyó de que los efectos del mármol residuales mejora en algunas propiedades de durabilidad como la absorción y permeabilidad del agua, la

penetración de cloruro y la carbonatación, el ataque de sulfato y la resistencia a la abrasión, y finalmente se investigó el rendimiento a altas temperaturas y del concreto convencional o autocompactante, sin embargo teniendo en cuenta todos los resultados de este estudio, el uso del mármol residual en el concreto convencional o autocompactante como aditivos minerales del agregado fino/grueso se vio afectado positivamente en propiedades como su durabilidad característica, pero en relación a la carbonatación de la mezcla ensayada no se observaron diferencias significativas en comparación con mezclas de concreto de referencia, asumiendo que ambas muestras obtienen características similares. Además, Gopi R, Kaleeswari. y Dhanalakshmi. G. (2017). Realizaron una investigación titulada: *“Partial replacement of cement with marble powder in concrete”*. Artículo publicado en revista Global de Investigación y Desarrollo para Ingeniería. Este artículo tiene como objetivo principal determinar la resistencia a la compresión, tracción, flexión como elementos fundamentales a tener en cuenta y el módulo de elasticidad mediante la adición de polvo de mármol del 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25% en reemplazo por el peso de cemento. Las pruebas se realizan en cubos y cilindros con los períodos de 7, 14 y 28 días para la realización de los ensayos y procesamiento de resultados. Esta investigación tiene como metodología experimental. La investigación concluye que a los 7, 14 y 28 días el esfuerzo máximo a compresión aumenta con la adición en el nivel de reemplazo de cemento con polvo de mármol hasta 15% de reemplazo con una resistencia a la compresión 14.53% mayor en comparación con el concreto convencional. La resistencia a la flexión del concreto a los 7, 14 y 28 días incrementa con el aumento en el nivel de reemplazo de cemento con polvo de mármol hasta 15% de reemplazo con una resistencia y disminuye con un 20% 25%, obteniéndose para un reemplazo del cemento (%) por polvo de mármol en el concreto de 5%, 10%, 15%, 20% y 25% módulos de rotura de 5.56 Mpa, 5.92 Mpa, 6.28 Mpa, 5.83 Mpa, 5.14 Mpa respectivamente. De igual forma, YAMANEL, Kenan et al. (2019). Realizaron una investigación titulada: *“Influence of waste marble powder as a replacement of cement on the properties of mortar”*. Artículo publicado en la revista de la Construcción. Este artículo tiene como objetivo principal medir la trabajabilidad del mortero, el peso unitario, la absorción de agua y la porosidad, las resistencias a la compresión y flexión, la abrasión, la carbonatación y las mediciones de secado por

contracción además de determinar la influencia de la temperatura elevada en la mezcla de mortero endurecido. Esta investigación tiene como metodología experimental. La investigación concluye que la inclusión de polvo de mármol en 5 o 10% en el mortero da como resultado una mejor trabajabilidad. Además, el concreto que contenía 5% y 10% de polvo de mármol mostró una resistencia a la compresión superior al concreto patrón. Cuando las relaciones de reemplazo son de 20%, de polvo de mármol resulta una reducción en la resistencia a la compresión en comparación con el mortero control. Las pruebas de temperatura en las muestras prismáticas se expusieron a 300 °C, 600 °C y 900 °C durante una hora, después las muestras se enfriaron a temperatura ambiente, los resultados fueron desfavorables cuando fueron sometidas a pruebas de compresión y flexión. La resistencia a la abrasión del mortero hecho con polvo de mármol fue menor que la del mortero de cemento de control. El peso unitario del mortero hecho con inclusión de polvo de mármol se redujo debido a la diferencia entre las gravedades específicas de cemento y polvo de mármol. El polvo de mármol en el mortero da como resultado valores más altos de absorción de agua y porosidad en mayor cantidad de reemplazo se exhibió una mayor absorción de agua y una mayor porosidad en todos los tiempos de curado. Finalmente, la utilización de polvo de mármol como reemplazo de cemento puede contribuir y reducir al máximo las contaminaciones hechas por CO<sub>2</sub> vertidas a la atmósfera, de alguna forma u otra conservar y dar protección al medio ambiente. De igual manera, Belouadah, Rahmouni y Tebbal (2019). Realizaron una investigación titulada: *'Influence of the addition of glass powder and marble powder on the physical and mechanical behavior of composite cement'*. Artículo publicado por la Universidad de M'sila. Tiene como objetivo principal estudiar la proporción de polvo de vidrio y mármol en polvo sobre el comportamiento físico y mecánico del cemento y mortero. Esta investigación tiene como metodología experimental. La investigación concluye que la adición del polvo de vidrio y el polvo de mármol causan cambios en las propiedades de los morteros. La resistencia a la compresión mejora considerablemente, el aumento de la resistencia se estima en 16% en el caso de un cemento compuesto con mármol y vidrio (a los 28 días de endurecimiento). La resistencia a la compresión aumentó con el aumento del polvo de mármol hasta un 10% y 15% de reemplazo en el cemento. La resistencia a la compresión del mortero aumenta con la sustitución de

cemento por vidrio residual de (5-10%). La resistencia a la tracción del mortero aumenta con la sustitución de cemento por vidrio residual de (5-10%). Por lo tanto, sobre la base de los resultados, el 10% de sustitución de cemento con residuos de vidrio y mármol son óptimos. La variación en la contracción del mortero convencional dependiendo de la adición de vidrio y polvo de mármol de los resultados positivos, se puede decir que el diseño control tiene el mayor valor de contracción a 28 días. La resistencia a la flexión muestra un ligero aumento al agregar el polvo de vidrio y el polvo de mármol. Este fenómeno puede explicarse por la mala adhesión entre cemento y arena. Es recomendable que los resultados de este estudio con el uso de reemplazo de polvo de mármol y vidrio en el la producción de hormigón para la industria de la construcción debe fomentarse cuando exista una ventaja comparativa de costos. Del mismo modo, Abad y Romero (2016). Realizaron una investigación titulada "*Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de concretos autocompactantes de altas prestaciones con la inclusión de fibras plásticas normalizadas y recicladas*". Tesis para optar al título de Ingeniero Civil de Universidad de Cuenca. El objetivo de este estudio es evaluar y comparar las propiedades físicas y mecánicas del hormigón autocompactante utilizando fibras de plástico recicladas y estandarizadas, centrándose en la dosificación óptima para obtener las propiedades mecánicas favorables para su uso en la construcción. La metodología para este estudio fue descriptivo y experimental. La investigación concluye que la resistencia a compresión es un parámetro clave del diseño de la estructura, por lo tanto, su valor debe ser igual o mayor que el requerido por lo que en base a las pruebas de resistencia realizadas a probetas cilíndricas, el concreto con fibras aumentó un 15%, pero con el uso de 2.25 kg de fibra y 4.50 kg de fibra reciclada la resistencia fue 2% menor al concreto patrón. La adición de 4.5 kg de fibra por metro cúbico la mezcla alcanzó su resistencia máxima, alcanzando una resistencia de 399.32 kg/cm<sup>2</sup>. Este estudio no incluye pruebas para medir la resistencia al fuego, la durabilidad o y las reacciones que se puedan producir a largo plazo en las fibras recicladas. Por lo tanto, es importante tener en cuenta aquellos parámetros.

## **Teorías relacionadas al tema**

### **Concreto**

El hormigón (o concreto) es el resultante de la mezcla de agregados como arena y piedra, agua y cemento, como elementos fundamentales. Además, se le puede incluir adiciones de otros materiales hasta un 35% con respecto al peso del cemento y también aditivos en adiciones menores al 5% del peso del cemento (Hernández y Gil, 2014, p. 32).

El concreto es un material de uso convencional, es decir, contiene tres componentes importantes, el agua, los agregados y cemento, y que en algunas ocasiones contienen un cuarto componente, comúnmente llamado aditivo. La combinación de todos estos componentes debe de dar una mezcla consistente y manejable que garantice una correcta empleabilidad. Las propiedades del concreto se derivan básicamente de las características tanto químicas como físicas que este posee. Asimismo, es comúnmente usado en diversas estructuras, pero con respecto al conocimiento de sus propiedades, naturaleza o componentes son ampliamente desconocidos por muchos, que deriva en su inadecuada empleabilidad.

### **Componentes del concreto**

#### **Cemento**

Es una sustancia que puede combinarse con elementos inertes (grava, arena, polvo de ladrillo, piedras, etc.) y endurecer varios materiales. Cuando el agua se combina con cemento, se produce reacciones exotérmicas (alta liberación de calor) y que se conocen como coagulación. El cemento Portland se mezcla con agua en un proceso fisicoquímico que produce una masa como un gel, que posteriormente se endurece (Catalán, 2012, p. 4).

Es un material resultante de puzolanas como la caliza y arcilla, estas son calcinadas y molidas. Al producto de estas se denomina clinker (especie de piedra pequeña, redonda y gris) posteriormente al incluir yeso en un procedimiento de molienda se convierte en cemento. El cemento tiende a solidificarse como característica propia cuando entra en contacto con agua.

## Agua

Al mezclar concreto, el agua a usar debe seguir las exigencias de la Norma Técnica Peruana 339.088 y ser lo suficientemente limpia como para el consumo humano. El agua no debe de contener azúcares o ninguna otra sustancia y su calidad se determina mediante un análisis de laboratorio (Rivva, 2000, p. 255).

El agua que se va a emplear en el concreto y así mismo su posterior curado, deberá ser potable así mismo de ser el caso cumplir con los análisis de laboratorio respectivo según norma E.060 Concreto armado.

Dicha norma menciona que es posible emplear aguas no potables sólo si:

- Se encuentra libres de ácidos, sustancias orgánicas u otras sustancias nocivas que pueden dañar al concreto o acero.
- Las muestras de mortero hechas con agua no potable deben de tener una resistencia de al menos el 90% de las muestras comparables de agua potable después de 7 y 28 días.

## Agregado Fino

Son partículas que resultan de la trituración o descomposición natural de las rocas, lo que los hace particularmente útiles en mezclas de concreto. El porcentaje del agregado retenido en dos mallas no debe de superar el 45% de sí mismo. A continuación, se muestra la granulometría del agregado.

**Tabla 1.** *Granulometría para agregados finos.*

MALLA		PORCENTAJE QUE PASA
0.375	(9.50 mm)	100
N° 4	(4.75 mm)	95 a 100
N° 8	(2.36 mm)	80 a 100
N° 16	(1.18 mm)	50 a 85
N° 30	(600 micrones)	25 a 60
N° 50	(300 micrones)	10 a 30
N° 100	(150 micrones)	2 a 10

Fuente: Rivva López, Naturaleza y materiales del concreto, 2000, p. 180.



Al respecto Rivva López menciona:

El agregado fino deriva de la descomposición de rocas, estas deberán pasar a través del tamiz de 9,4 mm (3/8”) y cumplir con las características indicadas en la NTP 400.037. Las partículas preferiblemente se tienen que encontrar limpias, angulares y resistentes, además no tienen que poseer una gran cantidad de polvo, sin partículas blandas, sustancias orgánicas, sales u otras sustancias nocivas que afecten al concreto (2000, p. 179).

### **Agregado Grueso**

Al respecto Abanto Castillo define:

La piedra chancada es obtenida mediante la trituración artificial de rocas o gravas. Cualquier piedra triturada puede emplearse como agregado grueso, esta debe de encontrarse limpia. Su función principal es aportar mayor resistencia al concreto (2013, p.26).

La grava, junto con la arena, se emplea en la fabricación de concreto, este material actúa como un material de relleno inerte para el concreto, gracias a su elevada resistencia y durabilidad, también se emplea como una capa base para carreteras antes de cubrirse con asfalto, de la misma forma mezclarse con asfalto como parte de la construcción de carreteras.

De la misma forma Rivva López menciona:

Al agregado grueso se le denomina también grava, grava natural, es una acumulación de metales naturales o de ser el caso artificial. Consiste en partículas angulares, resistentes y compactas, estas deben de encontrarse limpias, alta dureza, y libres de partículas blandas (2000, p. 181).

Se entiende como grava al material que es retenido en el tamiz de 4.75 mm (# 4) y debe de cumplir las características indicadas en la NTP 400.037 o ASTM C-33. Los tamaños de estas partículas varían de 5 mm a más de 60 mm.

## Rocas Metamórficas

Las piedras metamórficas se originan mediante la metamorfosis de piedras existentes. Están sujetos a cambios estructurales y minerales en ciertas condiciones físicas o químicas. El mármol y la cuarcita son rocas metamórficas de origen sedimentario, generalmente sólidas y densas (Rivva, 2000, 135-136 pp.).

Los diferentes tipos de rocas metamórficas comunes tienen esencialmente la misma composición química, esto es debido a que las rocas precursoras ígneas o sedimentarias son comunes.

### El mármol

El mármol es una roca caliza compacta y metamórfica que alcanza un mayor nivel de endurecimiento cuando son sometidas a altas temperaturas y presiones. Está compuesto principalmente de calcita ( $\text{CaCO}_3$ ), siendo su volumen equivalente a un 90%. Los otros materiales (arcilla, cuarzo, mica, pirita, óxido de hierro, etc.), que se consideran impurezas, le dan al mármol una gran diferencia de colores y que determinan las propiedades mecánicas (Betancourt C., Julio [et al]. 2015, p. 3).

El mármol se encuentra en una condición más o menos cristalina o granular. Sin embargo, como cualquier piedra caliza, incluso si es muy compacta, muestra solo rastros de una estructura cristalina, es un material muy usado en esculturas para fines ornamentales y decorativos. La presencia de carbonato de magnesio asociado con el carbonato de calcio, que forma la caliza y dolomítica, no influye de ninguna manera en la nomenclatura de la roca. El mármol es un material de gran importancia en la arquitectura, empleada en la decoración de interiores en estructuras monumentales grandes y costosas (Jones, 1989. p. 2).

**Tabla 2.** *Propiedades del mármol*

Roca	Peso específico tn/m <sup>3</sup>	Absorción del Agua			Resistencia a		
		Peso %	Porosidad %	Compresión kg/cm <sup>2</sup>	Tracción kg/cm <sup>2</sup>	Choque golpes	Rozamiento cm <sup>3</sup>
Mármol	2,65 - 2,85	0,2 - 0,6	0,4 - 1,8	800 - 1800	60 - 150	8 - 10	15 - 40
Travertino	2,40 - 2,50	2 - 5	4 - 10	200 - 600	40 - 100	8 - 10	15 - 40

Fuente: Rocas ornamentales en el Perú, 2003, p. 95.

El mármol ha sido un material de construcción importante durante siglos, especialmente empleado para fines decorativos. Por sus colores, dimensiones, etc., el mármol y sus derivados están destinados para un uso elegante. Durante el corte, el moldeado y el pulido, los residuos representan aproximadamente el 25% del mármol tratado (Ulubeyli, Bilir y Artir, 2016, p. 544).



*Figura 1. Cantera de Mármol*

Fuente: <https://peru.info/es-pe/comercio-exterior/noticias/7/31/repunte-de-marmol-peruano>.

Al respecto, el portal del Ministerio de Energía y Minas menciona:

Con respecto a los minerales no metálicos el Perú posee un gran potencial, estos materiales también llamados minerales industriales, como el mármol y el travertino (Perú es el mayor productor en Latinoamérica). De hecho, el Perú posee grandes depósitos de estos minerales siendo uno de los pocos países exportadores.

En relación a la producción de minerales no metálicos en nuestro país, el diario Gestión menciona:

[...] Perú produce más de treinta diferentes minerales no metálicos, incluyendo la piedra caliza, mármol, travertino, cemento, entre otros, que son distribuidos por el sector minero para un amplio mercado. La minería no metálica creció en un 250%, las materias primas obtenidas van dirigidas en su mayoría al mercado relacionado principalmente con las industrias de construcción, cemento y carbón (Diario Gestión: Economía, Producción minera no metálica).

Tal como se menciona en el Perú existen muchas regiones para la explotación de mármol. Junín es una de las regiones con mayor producción en rocas ornamentales, por la potencialidad y diversidad de las canteras descubiertas, siendo muy favorables las posibilidades de desarrollo que algunas poseen.

**Tabla 3.** *Canteras de mármol en el Perú.*

<b>UBICACIÓN</b>	<b>CANTERA</b>
Lima - Cañete	San Felipe
Lima - Punta Hermosa	Cerro Capilla
Huachirí - Carampoma	La Esperanza de Yanauilla
Huachirí - Chicla	La Esperanza
Junín - Jauja	Luz De Muruhuay
Junín - Concepción	Cantera Requena
Junín - Huancayo	Amistad
Huancavelica - Angaraes	Huapa
Arequipa - Camaná	El Toro 95
Ancash - Casma	Mygsa 26
Huánuco - Huánuco	La Esperanza

Fuente: Rocas ornamentales en el Perú, 2003, 108-111 pp.

El boletín del Instituto de Minería Geológica y Metalúrgica con respecto a las canteras de ornamentales menciona:

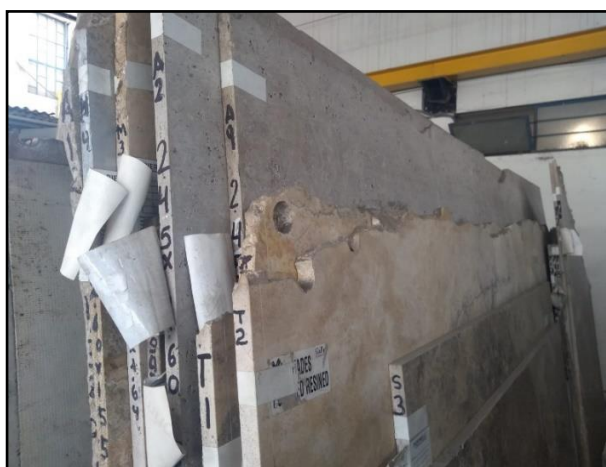
Perú tiene diferentes tipos de rocas ornamentales; se registra más de 363 canteras para cada tipo de piedra ornamental, las principales áreas donde se ubican estas canteras son: Junín, Huancayo, Lima, Ancash, Arequipa, Huánuco, Huancavelica y otras. En resumen, las canteras de mármol representan el 35% del total, siendo este mineral el principal mineral de la región. Las canteras de travertino representan el 18%, 17% de granito, 15% piedra laja y el 15% restante consisten en canteras de ónix, sillar, y andesita (2009, p.18).

De la misma forma, los productores obtienen el mármol a partir de las canteras que se extrae en bloques, transformándolo en láminas de diferentes acabados hasta que esté listo para usar, con las propiedades deseadas. En la tabla 5 se mencionan las principales empresas comercializadoras de mármol en la ciudad de Lima.

**Tabla 4.** Empresas comercializadoras de mármol

<b>EMPRESA</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Pierinelli S.A.C.	San Juan de Lurigancho
Marmolería Gallos S.A.	Lurín
Marmolería "La Molina"	La Molina
SMRL La Piedra	La Victoria
Mármoles Benote	Villa El Salvador
Marmolería Rosini	Rímac
Mármoles y Granitos S.A.	Cieneguilla
Compañía Nacional de Mármoles S.A.	Cieneguilla
Minera Industrial Mármol S.A.	Carabayllo
Marmolería La Merced	El Agustino
Marmolería Sr Víctor Ynoñan Chapoña	El Agustino
Margarita Cullque Palomino	El Agustino
Marmolería Atenas	El Agustino
Marmolería Pirámide	El Agustino
Marmolería Virgen de Chapi	El Agustino
Marmolería San Judas Tadeo	El Agustino

Fuente: Rocas ornamentales en el Perú, 2003, 248-249 pp.



*Figura 2.* Lamina de mármol - Empresa Pierinelli S.A.C.

Fuente: Elaboración propia.

### **Residuos de mármol**

[...] la cantidad de residuos de mármol aumenta directa y proporcionalmente a su producción [...]. El proceso de producción es simple, el corte principal se realiza

para dividir el bloque en laminas que permiten un mejor manejo, para crear cortes adicionales cuando sea necesario se emplean sierras manuales. Posteriormente, se realiza los pulidos y acabados. Se calcula que, por cada metro cúbico producido, se genera hasta un 30% de residuos en comparación con el obtenido del banco (Betancourt et al., 2015, p. 5).



*Figura 3.* Botadero de mármol y granito - Empresa Pierinelli S.A.C.

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, se han implementado varios proyectos para promover este desperdicio y evitar que se propague en áreas urbanas y rurales, esencialmente en Asia y Europa, pero en menor medida en Latinoamérica sin una política de cultura ambiental estos estudios han sido un elemento básico en los últimos años, en Egipto se han realizado experimentos sobre el uso de polvo procedente de canteras de mármol para eliminar contaminantes orgánicos. Recientemente, las mezclas de concreto autocompactantes con mármol se han probado como aditivos de cemento con un reemplazo de hasta un 30% con respecto al cemento para determinar sus propiedades.

Los residuos de mármol generalmente no se usan, sino que son depositados en ríos o vertederos. Algunas industrias pulverizan estos desechos y lo procesan para la fabricación de papel, también se utilizan en la agricultura como nutrientes para las plantas. En el Perú, existen varias empresas que comercializan mármol y brindan sus servicios con fines decorativos, además de granito o travertino y otras piedras que exportan a diversos países, ello genera un alto porcentaje de residuos.



*Figura 4. Residuos de mármol - Marmolería Padre Eterno (El Agustino)*

Fuente: Elaboración propia

### **Diseño de mezcla**

Tiene como objetivo encontrar la proporción correcta de agua, cemento y agregado (piedra chancada y arena), para producir una mezcla que brinde propiedades idóneas requerida para la estructura.

Existen diversos métodos entre tenemos el método de Walker, el método ACI, Fuller, el método realizado por módulo de fineza, pero los resultados obtenidos de esos diseños no son verdaderamente exactos. Para ello se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Asentamiento de la mezcla.
- Resistencia estructural para la cual debe diseñarse el concreto.
- Las propiedades como la humedad superficial, absorción, granulometría, la fineza de los agregados, el peso unitario suelto y compactado, etc.
- Condiciones medio ambientales en el lugar de trabajo (temperatura).
- Controles de calidad, etc.

El American Concrete Institute 211 recomienda un método para calcular la dosificación de cemento y agregados necesarios para obtener la resistencia requerida por el calculista y las necesidades que requiere la obra (Gutiérrez De López, 2003, 61-67 pp.).

## Características del concreto en estado Fresco

### Consistencia

Se utiliza la prueba de consistencia o también llamada "slump" para determinar la consistencia de la mezcla, esta prueba fue desarrollada por Duft Abrams, y finalmente fue asumida por la ASTM en el año 1921 y revisada en 1978 (Abanto C, 2013. p. 47).



Figura 5. Ensayo de consistencia del concreto

Fuente: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/ensayos-al-concreto>

**Tabla 5.** Tipo de consistencia y asiento en el cono de Abrams

CONSISTENCIA	ASIENTO (cm) (Tolerancia)	TIPO DE VIBRADO
Seca	0 - 2 (0)	Energético
Plástica	3 - 5 ( $\pm 1$ )	Normal
Blanda	6 - 9 ( $\pm 1$ )	Vibrado o picado
Fluida	10 - 15 ( $\pm 2$ )	Picado con barra
Líquida	16 - 20 ( $\pm 2$ )	-

Fuente: Construcción de estructuras de hormigón armado en edificación, 2015, p. 29.

El asiento de la mezcla es indicativo de la consistencia, se logra mediante el cono de Abrams, este tiene una forma de acero cónica de 30 cm de altura, se rellena con mezcla, y cuando se retira el instrumento, la masa (concreto) tiene una pérdida de altura con respecto a la altura del cono, a esta altura se le denomina asiento, se mide en cm e indica el valor de consistencia (Medina, 2014. p. 28).





Figura 6. Medición del asentamiento

Fuente: <http://www.clubedoconcreto.com.br/2016/07/teste-slump-pela-norma-europeia.html>

### Trabajabilidad

La trabajabilidad es la facilidad con la que se puede mezclar una cierta cantidad de material para formar el concreto en condiciones de optimas y con la máxima homogeneidad para las condiciones de trabajo que se requieran (Rivva, 2000. p. 205).

De la misma forma Labi, Samuel (2014), menciona:

Está definida como la facilidad en la que la mezcla sea colocada y compactada. También se puede mencionar la fluidez que la mezcla debe de tener para que el concreto se puede compactar al cien por cien, dependiendo del método de compactación (p. 679).

Tabla 6. Trabajabilidad del concreto

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	METODO DE COMPACTACIÓN
Seca	0" – 2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" – 4"	trabajable	Vibración ligera chuseado
Fluida	>5"	Muy trabajable	Chuseado

Fuente: Abanto Castillo. Tecnología del concreto, 2013, p. 49.

## Características del concreto en estado endurecido

### Ensayo de la resistencia a la compresión del concreto

La característica mecánica que siempre debe realizarse es su resistencia a compresión, los tipos de materiales agregados influyen significativamente, y que se obtiene a partir de los ensayos en laboratorio. Es realizado mediante cilindros de concreto de 15 cm de diámetro y 30 cm de alto, ensayadas a los 3, 7, 14, 21 y 28 días (Medina, 2014, p. 29).

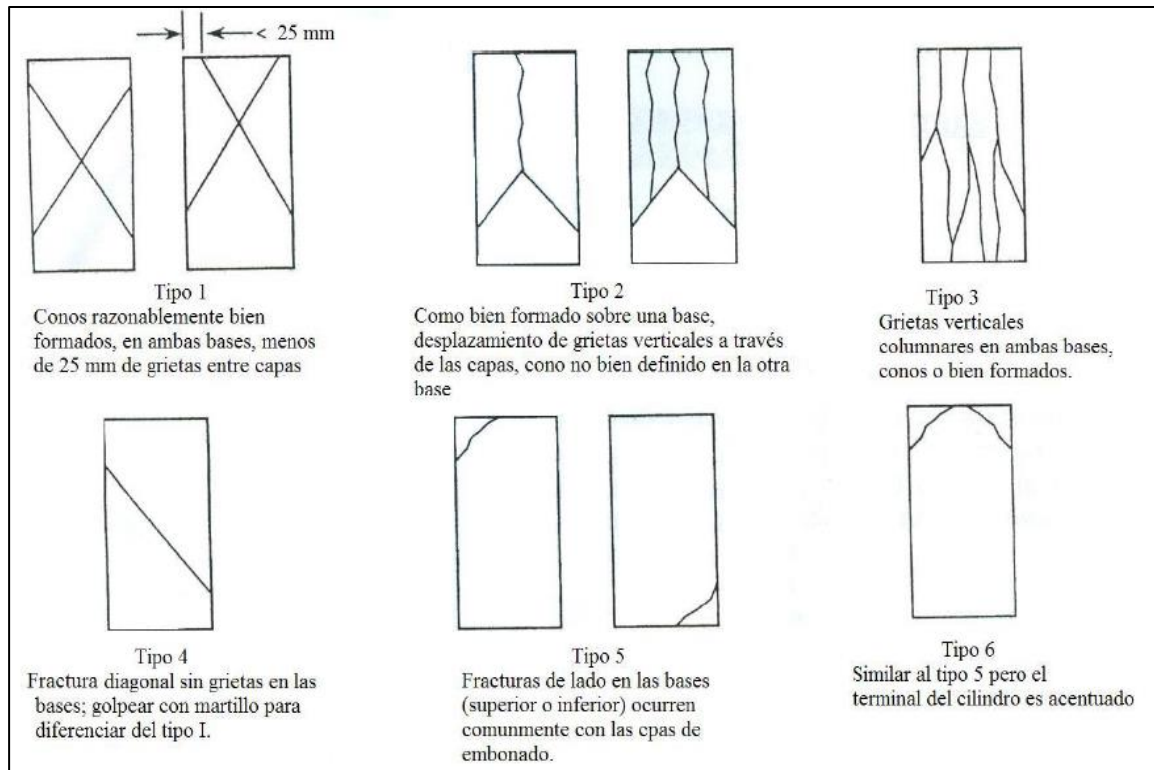


*Figura 7.* Ensayo de resistencia a la compresión del concreto

Fuente: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/ensayos-al-concreto>

La prueba de compresión es la prueba frecuente realizada en el concreto, en parte porque es una prueba fácil de realizar y porque la mayoría de las características en la que se emplea las estructuras de concreto están relacionadas con su resistencia. En pocas ocasiones, la resistencia a la compresión se determina mediante piezas de vigas que se han ensayado en flexión, se usa partes restantes de la viga que no están dañadas que generalmente es cuadrada, pero generalmente las piezas para los ensayos son cilíndricas (Shetty, 2000, p. 424).

Es calculada mediante la aplicación de una carga axial constante a las probetas cilíndricas moldeadas dentro de un período de tiempo hasta que se produzca la falla, esta carga es aplicada sobre el área de la muestra y se tiene en cuenta el tipo de falla producida (NTP 339.034, 2015, p. 3).



*Figura 8.* Tipos de fractura en ensayos de la resistencia a la compresión del concreto.

Fuente: Norma Técnica Peruana 339.034, p. 17.

### **Ensayo de la resistencia a la flexión del concreto**

Si bien se han realizado varias investigaciones que involucran la medición de la resistencia, los ensayos en vigas de concreto mediante el cálculo del módulo de rotura ( $M_r$ ) son confiables para estimar la resistencia a la flexión del concreto.

El Módulo de rotura del concreto determina la resistencia a la flexión, esta depende de la dimensión y la carga aplicada en la viga. Los ensayos utilizados para calcular la resistencia a la flexión son mediante cargas aplicadas a un tercio de la viga o en el punto central de la viga; si la carga esta aplicada en el punto central, el esfuerzo máximo de la viga estará por debajo del punto de carga donde el momento de flexión es máximo. En caso de una carga aplicada a un tercio de la viga, la grieta crítica se puede producir dentro o fuera del tercio central de la viga, indicando el momento de flexión máximo producido. Se debe de tener en cuenta que la carga aplicada a los tercios de la viga produzca un valor más bajo del módulo de ruptura que la carga en el punto central de la viga (Krishna, 2016. p. 270).

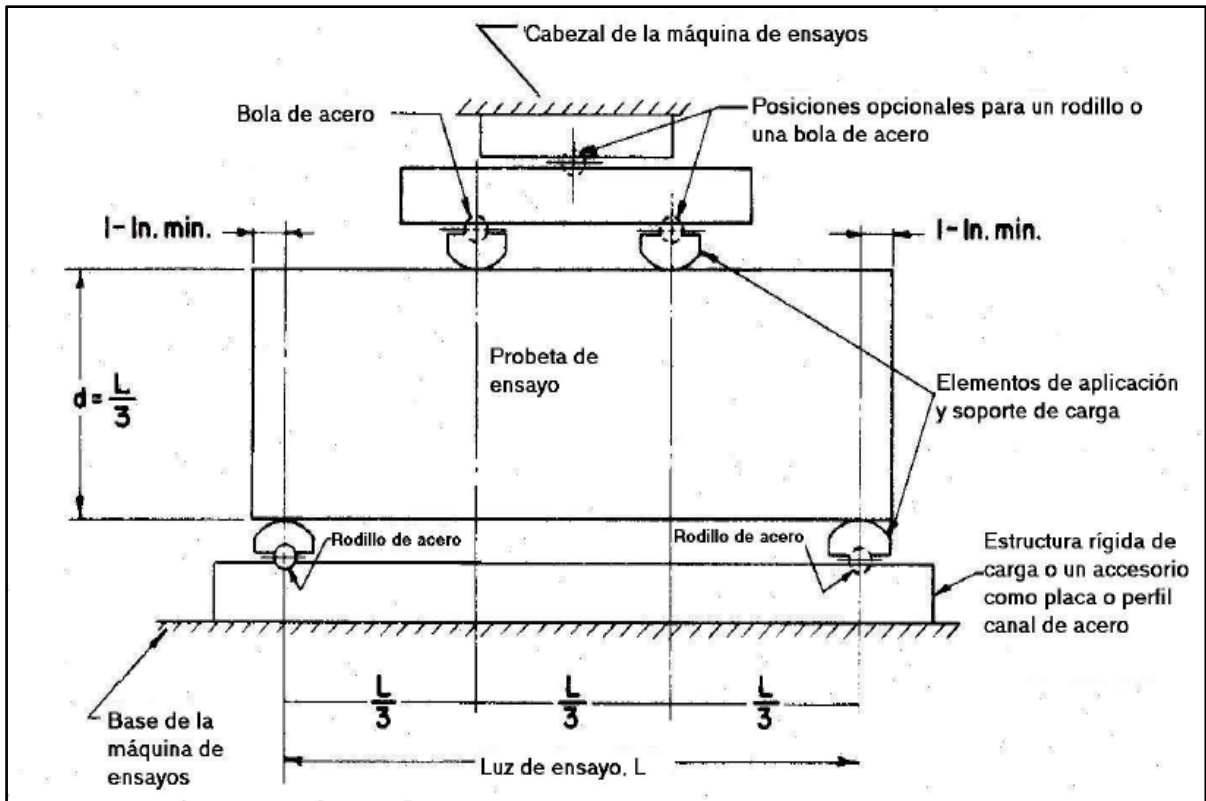


Figura 9. Diagrama de ensayo a la flexión del concreto en vigas.

Fuente: Norma ASTM C-78, p. 2.

La prueba de resistencia a la flexión es importante para la construcción de losas, vigas y carreteras de concreto. La viga se puede elaborar en las instalaciones de un laboratorio o en el mismo lugar donde se realice las obras (in situ) y el procedimiento se encuentra especificada según la ASTM C78 y en el Perú mediante la norma técnica peruana 339.078.

Para realizar el ensayo se puede emplear diferentes tamaños de muestra. Sin embargo, lo más recomendable es que la muestra debe tener una sección transversal cuadrada y una longitud igual a tres veces la profundidad de la muestra. Las dimensiones típicas son 0.15m x 0.15m de sección transversal y una longitud de 0.50 m o incluso de 0.10m x 0.10m y 0.30 m de longitud (Mamlouk y Zaniewski, 2009, p 12).

En la figura 10, se puede observar una viga con una carga aplicada en los tercios de su longitud.



Figura 10. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto

Fuente: <https://matensayos.webcindario.com/ensayos/flexion.htm>

La NTP 339.078 menciona el procedimiento para calcular el Módulo de rotura.

- a) El cálculo del  $M_r$  se realizará con la siguiente fórmula, si se produce una falla dentro del tercio medio de la luz de la viga.

$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

Donde:

$M_r$ : Módulo de rotura (MPa)

L: Luz entre apoyos (mm)

P: Carga máxima (N)

h: Altura de la viga (mm)

b: Ancho de la viga (mm)

- b) El cálculo del  $M_r$  se realizará con la siguiente fórmula, si se produce una falla fuera del tercio medio y a una distancia que no exceda el 5% de la luz libre.

$$M_r = \frac{3Pa}{bh^2}$$

Donde:

a: Es la distancia promedio más cercana en donde se encuentra ubicada la línea de falla con respecto a el apoyo más cercano, se debe considerar en milímetros (mm).

- c) Finalmente se rechaza el ensayo si la carga aplicada en la viga produce una falla fuera del tercio medio y a una distancia que no exceda el 5% de la luz libre.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

###### **Aplicada**

La investigación es aplicada, se encuentra encaminada a resolver problemas de cualquier contexto para mejorar la calidad de la misma mediante la utilización de conocimientos teóricos, esta se encuentra enfocada principalmente en el ámbito de la infraestructura, industrial, comercial, etc (Ñaupas et al, 2014. p. 93).

El tipo de estudio es aplicada, ya que mediante el reemplazo parcial del agregado fino por residuos de mármol se busca mejorar las propiedades del concreto.

##### **Enfoque de estudio**

###### **Cuantitativo**

El enfoque de la investigación es cuantitativo, ya que se realiza la recolección de datos y su análisis respectivo para responder a las preguntas planteadas en la investigación con la finalidad de corroborar la hipótesis, a su vez, se emplea la medición de variables y sus instrumentos para realizar el tratamiento estadístico y comprobar la hipótesis (Ñaupas et al, 2014. p. 97).

El enfoque del informe de investigación es cuantitativo, esto debido a que se va a corroborar la hipótesis planteada mediante la utilización de los instrumentos en los diferentes ensayos del concreto en el laboratorio.

##### **Diseño de investigación**

###### **Experimental**

Aquella en la que se manipula una variable experimental que no se ha demostrado en condiciones estrictamente controladas. Se describe el cómo y por qué ocurre el fenómeno. Busca anticipar el futuro y desarrollar predicciones que una vez confirmadas, se convertirán en leyes y conclusiones destinadas a mejorar en investigaciones posteriores. El investigador tiene el control de sus variables independientes (Palella y Martins, 2012, p.86).

La investigación tiene un diseño experimental, ya que se realizaron ensayos de laboratorio para un grupo control y para un grupo experimental, misma que reúne las características de control, manipulación de la variable, la observación y su posterior medición para determinar las propiedades del concreto.

## **Nivel de Investigación**

### **Explicativa**

Esta investigación se encuentra enfocada en determinar las causas de fenómenos complejos, en el que cometer errores conlleva a un riesgo elevado. El objeto fundamental en esta investigación es el encontrar la relación causa y efecto de la investigación propuesta con la finalidad de obtener información a mayor profundidad (Palella y Martins, 2012. p. 93).

El nivel de investigación es explicativa, se necesita conocer la causa y el efecto, en esta ocasión se va a diseñar un concreto con el reemplazo parcial la arena gruesa por residuos de mármol y evaluar las propiedades del concreto.

## **3.2. Variables y operacionalización:**

### **Variable Independiente**

- VI: Residuos de mármol

### **Variable Dependiente**

- VD: Resistencia del concreto

## **3.3. Población, muestra y muestreo**

### **Población**

Es el universo o grupo de elementos en los que se realiza la investigación, en estos estudios comúnmente se usa en estadística mediante una letra (N). Abarca objetos, hechos y eventos que se estudia con diferentes técnicas (Ñaupás et al, 2014. p. 246).

La población se encuentra constituida por el concreto con resistencia  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup> y el concreto con adición de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino.

## Muestra

Una muestra es un subconjunto o parte de una población y es seleccionado de diferentes maneras, siempre teniendo en cuenta una adecuada representación de la población. Es decir, la muestra representativa debe de coincidir con las características de los individuos de la población de estudios (Ñaupas et al, 2014. p. 246).

## Muestreo

Al seleccionar la muestra el investigador debe de detallar el procedimiento que aplicará para obtenerla. Para la extracción de la muestra existen dos procedimientos: muestreo probabilístico y muestreo no probabilístico (Palella y Martins, 2012. p. 110).

El muestreo es no probabilístico, ya que su elección es intencional y se encuentra definida según los investigadores en base a las normas técnicas peruanas.

Por lo tanto, la muestra se encuentra conformada por 36 probetas cilíndricas para realizar el ensayo a la compresión y de la misma forma 36 vigas rectangulares para el ensayo a la flexión, mismas que serán ensayadas a los 7, 14 y 28 días respectivamente, mediante la adición del 5%, 10% y 15% de residuos de mármol en reemplazo parcial de la arena gruesa, en las tablas 7 se determina la distribución de las muestras con los respectivos porcentajes a emplear.

**Tabla 7.** *Numero de probetas para el ensayo a la compresión del concreto*

Edad	Patrón	Cantidad de probetas			TOTAL
		5% de mármol	10% de mármol	15% de mármol	
7	3	3	3	3	12
14	3	3	3	3	12
28	3	3	3	3	12
Subtotal					36

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 8.** *Numero de vigas para el ensayo a la flexión del concreto*

Edad	Patrón	Cantidad de vigas			TOTAL
		5% de mármol	10% de mármol	15% de mármol	
7	3	3	3	3	12
14	3	3	3	3	12
28	3	3	3	3	12
Subtotal					36

Fuente: Elaboración propia

La cantidad de muestras elegidas para realizar los ensayos en la presente investigación está basada en la NTP 339.034 y NTP 339.078.

### **Unidad de análisis**

La unidad de análisis son las probetas de concreto de  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup> con los diferentes porcentajes (5%, 10%, 15%) de residuos de mármol, mismo que será elaborado y curado para luego proceder a la rotura a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

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

### **Técnicas de recolección de datos**

La investigación cuantitativa se puede realizar de múltiples formas, entre ellas se encuentran los cuestionarios, guías de observación, entre otras. En la investigación cualitativa se encuentran las entrevistas, cuestionarios abiertos, sesiones, biografías, entre otros (Hernández y Gil, 2014. p. 14).

Se empleó la técnica de la observación para evaluar las propiedades del concreto hecho con diferentes porcentajes de residuos de mármol, y de esta forma obtener y recabar los datos de los ensayos realizados en el laboratorio que serán plasmados en el programa Microsoft Excel.

## Instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos se encuentran relacionadas con los instrumentos, estas herramientas ayudan a recoger información para la investigación, indica cómo hacer para alcanzar un fin para beneficio de la investigación (Ñaupas et al, 2014. p. 138).

Los instrumentos de recolección de datos serán las fichas técnicas que se emplearán en los ensayos de laboratorio, las mismas que se encuentran aprobadas por INACAL e INDECOPI y las normativas internacionales como la ASTM, donde se indica los requerimientos y procedimientos adecuados para realizar los ensayos.

## Validez

La validez de la investigación es el nivel de control y que posee el investigador acerca de sus resultados obtenidos (Ñaupas et al, 2014. p. 327).

La validación de los instrumentos de recolección de datos fue realizada por cuatro ingenieros especialistas. En el anexo 5 se presenta la evaluación realizada por los expertos, presentando un índice de validez del 0.844.

**Tabla 9.** Validación por juicio de expertos

Validez por juicio de expertos						
ITEM	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Asesor	Investigadores	Validez
1	2	2	3	3	3	0.866
2	2	2	3	3	3	0.866
3	2	2	3	3	3	0.866
4	2	2	3	3	3	0.866
5	2	2	3	3	3	0.866
6	2	2	3	3	3	0.866
7	2	2	3	3	3	0.866
8	2	2	2	3	3	0.800
9	2	2	2	2	3	0.733
					<b>N° de ítem</b>	<b>9</b>
					<b>Índice de validez</b>	<b>0.844</b>

Fuente: Elaboración propia

## Confiabilidad

Al respecto Ñaupás define:

Si las mediciones no varían en gran medida, tanto con el tiempo como para las diferentes aplicaciones que se le da; el instrumento es confiable. Por ejemplo, si el coeficiente intelectual se aplica hoy y produce ciertos resultados y luego se vuelve a aplicar la misma herramienta en un mismo contexto y se produce resultados diferentes significa que la herramienta no es confiable (2014, p. 216).

La confiabilidad de los instrumentos se encuentra basados por las NTP correspondientes a cada ensayo a realizar mismas que se encuentran aprobadas por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), además de que los equipos de laboratorio cuentan con certificados de calibración a fin de obtener resultados precisos y sin margen de error, estos entregados por el laboratorio MTL Geotecnia S.A.C.

Asimismo, Palella y Martins mencionan:

El alfa de Cronbach es una técnica que permite establecer el nivel de confiabilidad, determina el nivel de confianza de los instrumentos [...] Cronbach mide la confianza mediante de la consistencia interna. El coeficiente de Cronbach se utiliza para evaluar la fiabilidad de los temas. El alfa de Cronbach varía entre 1 y 0 (donde el cero significa una confiabilidad nula y 1 una confiabilidad alta) (2012. p. 168-169).

Es por eso que se aplicó la siguiente fórmula para obtener el alfa de Cronbach y medir la confiabilidad del instrumento:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum Si^2}{St^2} \right]$$

Donde:

k: Cantidad de ítems

Si<sup>2</sup>: Sumatoria de varianzas de los Ítems

St<sup>2</sup>: Varianza de la suma de los Ítems

**Tabla 10.** *Rango de confiabilidad del instrumento*

<b>Rango</b>	<b>Confiabilidad (Dimensión)</b>
0,81-1	Muy alta
0.61-0.80	Alta
0.41-0.60	Media*
0.21-0.40	Baja*
0-0.20	Muy baja*

Fuente: Palella y Martins. Metodología de la investigación cuantitativa, (2012) p. 169.

El cálculo de la confiabilidad se realizó mediante el software IBM SPSS (anexo 5). El cuestionario que consta con 9 interrogantes asociados a cada uno de los ensayos a realizar en la investigación presenta una confiabilidad muy alta.

**Tabla 11.** *Confiabilidad del instrumento*

Alfa de Cronbach	N de elementos
,967	9

Fuente: Elaboración propia

### **3.5. Procedimientos**

Los materiales tales como la arena, piedra y el cemento que se emplearon en esta investigación fueron obtenidos en la cantera Trapiche. Con respecto a los residuos de mármol, estos fueron obtenidos gracias a las diversas marmolerías dedicadas al ámbito arquitectónico, en especial a Lajas Perú y Pierinelli, así como también a las marmolerías ubicadas en los alrededores de los cementerios. Estos residuos fueron triturados en el laboratorio MTL Geotecnia a fin de que cumplan las características de un agregado fino (tamaño de partícula).

Una vez obtenido el agregado fino, grueso y el cemento, estos fueron derivados al laboratorio MTL Geotecnia S.A.C ubicado en San Martín de Porres.

### Ensayos de agregados

Se desarrollará ensayos respectivos para la obtención de la dosificación del concreto tales como: contenido de humedad, granulometría, peso específico y absorción, peso unitario de todos los agregados, siguiendo las NTP y ASTM correspondientes.

### Diseño de mezcla

Luego de realizar los ensayos antes mencionados se procederá al cálculo del diseño de mezcla para una resistencia  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup> mediante el método de ACI y tres diseños de mezcla con 5%, 10% y 15% de residuos de mármol sustituyendo parcialmente el agregado fino.

### Ensayo de consistencia de la mezcla

Se realizará el ensayo de asentamiento para la mezcla patrón y para la mezcla con 5%, 10% y 15% de residuos de mármol.

### Ensayo de la resistencia a la compresión

Se realizará la elaboración, curado y posterior rotura de 36 probetas cilíndricas a los 7, 14 y 28 días, con el reemplazo parcial del agregado fino en 5%, 10% y 15% por residuos de mármol de mármol.

### Ensayo de la resistencia a la flexión

Se realizará la elaboración, curado y posterior rotura de 36 vigas a los 7, 14 y 28 días, con el reemplazo parcial del agregado fino en 5%, 10% y 15% por residuos de mármol de mármol.

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

Mediante los ensayos en el laboratorio se obtendrán datos de las propiedades de los agregados, para luego aplicar las fórmulas establecidas en las NTP correspondiente a cada tipo de ensayo para obtener los resultados.

Se usó el programa Ms Excel para almacenar los datos con la finalidad de generar gráficos y tablas. Con respecto al procedimiento para contrastar las hipótesis

planteadas y obtener las conclusiones se optó por la prueba t de student (muestras independientes) mediante el software IBM SPSS, inicialmente se realizará el contraste de la normalidad y finalmente aplicar la prueba paramétrica para obtener la significancia (p-valor) y corroborar las hipótesis planteadas.

### **3.7. Aspectos éticos**

Según los casos obtenidos son las experiencias y fuentes que brindan confianza de diferentes autores que realizaron estos trabajos y que han sido validados por los resultados que obtuvieron, a continuación, se mencionan:

- Los artículos científicos, libros, revistas, boletines, periódicos que fueron obtenidos de fuentes confiables entre ellas tenemos: Alicia-Concytec, Scielo, Renati, Repositorio de la Universidad César Vallejo, entre otros.
- Se empleo la norma ISO 690 y 690-2 de la Universidad César Vallejo para la realización de las citas y referencias, así como también el uso de tablas, figuras en el informe de investigación.
- Se emplearon las NTP o ASTM correspondiente a cada tipo de ensayo.
- Para una mayor confiabilidad de la investigación, el informe se subirá a la plataforma Turnitin para conocer el porcentaje de similitud de la investigación.

## IV. RESULTADOS

Los ensayos ejecutados en el laboratorio MTL Geotecnia fueron realizados por técnicos especialistas. Además, se usó el cemento Andino Tipo 1 para la obtención de las muestras de concreto.

### 4.1. Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados

#### 4.1.1. Agregado grueso

##### 4.1.1.1. Análisis granulométrico NTP.400.012 - ASTM C136

El propósito de este ensayo es determinar las dimensiones de las partículas de piedra chancada contenidas en los tamices, la piedra chancada se obtuvo de la cantera Trapiche ubicada en el distrito de Puente Piedra.

Los resultados de la granulometría se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 12.** *Ensayo granulométrico del agregado grueso*

Malla	Abertura (mm)	Material retenido		% Acumulado	
		(gr)	%	% Retenido Acumulado	% Que pasa
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	24.50	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	121.50	2.90	2.90	97.10
1/2"	12.50	1911.00	45.20	48.10	51.90
3/8"	9.53	1168.00	27.60	75.70	24.30
N°4	4.76	1021.00	24.10	99.80	0.20
N°8	2.38	8.00	0.20	100.00	0.00
N°16	1.18	0.00	0.00	100.00	0.00
Fondo		2.90	0.10		
Módulo de Fineza					6.78

Fuente: Elaboración propia

El módulo de fineza de la piedra chancada es 6.78, se encuentra dentro del parámetro según la NTP 400.012.

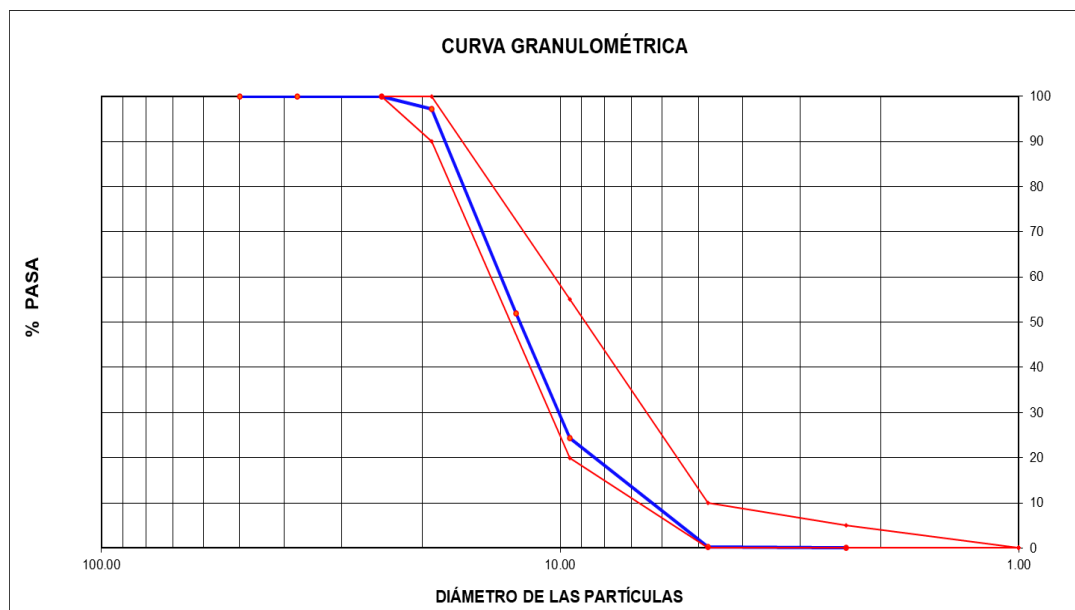


Figura 11. Curva granulométrica del agregado grueso

Fuente: Elaboración propia

La curva granulométrica de la piedra chancada obtenida de la cantera Trapiche se encuentra en el rango establecido en la NTP.400.037, demostrando que las partículas tienen una excelente gradación para uso en el concreto.

#### 4.1.1.2. Peso Específico y absorción NTP.400.021 - ASTM C127

El propósito de este ensayo es determinar el porcentaje de absorción y el peso específico de la piedra chancada, los resultados se muestran a continuación

Tabla 13. Peso específico y absorción del agregado grueso

	DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	PROMEDIO
A	Peso de la muestra seca en el aire (gr)	2409.00	2478.00	2443.50
B	Peso de la muestra SSS (gr)	2436.00	2508.00	2472.00
C	Peso en el agua de la muestra saturada (gr)	1534.00	1578.00	1556.00
Pem	<b>Peso específico de masa</b>	2.67	2.66	<b>2.67</b>
PeSSS	Peso específico de masa SSS	2.70	2.70	2.70
Pea	Peso específico aparente (g/cm <sup>3</sup> )	2.75	2.75	2.75
Ab	<b>% absorción</b>	1.10	1.20	<b>1.20</b>

Fuente: Elaboración propia



Según la tabla anterior, el peso específico de la piedra chancada de la cantera Trapiche es 2.67 gr/cc y su absorción es de 1.20%, siendo estos resultados los promedios de dos muestras ensayadas, realizadas según la NTP.400.021.

#### 4.1.1.3. Peso Unitario NTP.400.017 - ASTM C29

##### Peso Unitario suelto

Este ensayo realizado a la piedra chancada, procedió mediante el uso de un recipiente de forma cilíndrica que fue llenado en su totalidad y enrasado con una varilla en la superficie para homogeneizar la muestra, luego se procedió a pesar en una balanza.

Los resultados se muestran a continuación.

**Tabla 14.** *Peso unitario suelto del agregado grueso*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
Peso del molde y la muestra (gr)	30682.00	30664.00	30769.00	
Peso del molde (gr)	9800.00	9800.00	9800.00	
Peso de la muestra (gr)	20882.00	20864.00	20969.00	
Volumen del molde (cc)	13950.00	13950.00	13950.00	
<b>Peso unitario suelto seco (gr/cc)</b>	<b>1.497</b>	<b>1.496</b>	<b>1.503</b>	<b>1.499</b>

Fuente: Elaboración propia

El peso unitario suelto de la piedra chancada de la cantera Trapiche es 1499 kg/m<sup>3</sup>, siendo este un resultado promedio del ensayo de tres muestras realizadas mediante la NTP 400.017.

##### Peso Unitario compactado

Este ensayo realizado a la piedra chancada para determinar su peso unitario compactado procedió mediante el uso de un recipiente de forma cilíndrica que fue llenado en tres capas y se aplicó 25 golpes en cada una y finalmente fue enrasada la superficie para homogeneizar el agregado, luego se procedió a pesar en una balanza. Los resultados se muestran a continuación.

**Tabla 15.** *Peso unitario compactado del agregado grueso*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
Peso de la muestra y el molde (gr)	32453.00	32475.00	32492.00	
Peso del molde (gr)	9800.00	9800.00	9800.00	
Peso de la muestra (gr)	22653.00	22675.00	22692.00	
Volumen del molde (cc)	13950.00	13950.00	13950.00	
<b>Peso unitario compactado (gr/cc)</b>	1.624	1.625	1.627	<b>1.625</b>

Fuente: Elaboración propia

El peso unitario compactado seco de la piedra chancada de la cantera Trapiche es de 1625 kg/m<sup>3</sup>, siendo este un resultado promedio de tres muestras, realizadas según la NTP.400.017.

#### 4.1.1.4. Contenido de humedad NTP.339.185 - ASTM C566

Para la realización de este ensayo se procedió a pesar de la muestra en una balanza y posteriormente esta misma muestra fue secada en un horno a 100°C, mediante la diferencia de estas muestras se obtuvo su contenido de humedad.

**Tabla 16.** *Contenido de humedad del agregado grueso*

	DESCRIPCIÓN	VALORES
W	Peso de la muestra húmeda (gr)	4235.00
D	Peso de la muestra seca (gr)	4232.40
<b>P</b>	<b>Contenido de humedad (%)</b>	<b>0.1</b>

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla anterior, el contenido de humedad de la piedra chancada de la cantera Trapiche es 0.1%, indicando que se encuentra dentro de los parámetros de la NTP 339.185.

#### 4.1.2. Agregado fino

##### 4.1.2.1. Análisis granulométrico NTP.400.012 - ASTM C136

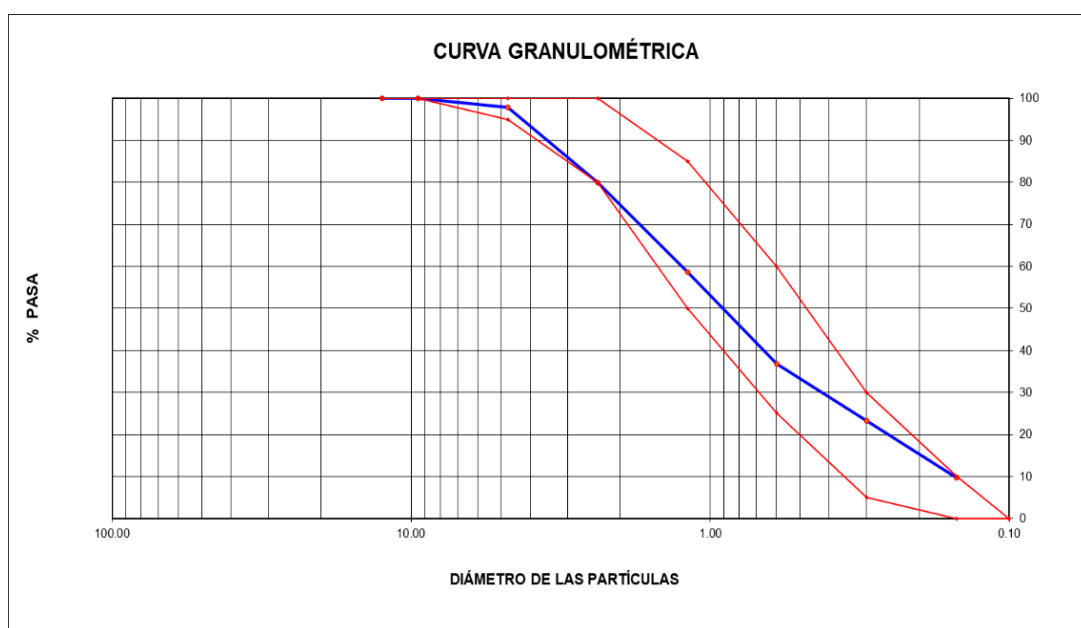
El propósito de este ensayo es determinar las dimensiones de las partículas de la arena gruesa contenidas en los tamices, la arena gruesa se obtuvo de la cantera Trapiche ubicada en el distrito de Puente Piedra.

**Tabla 17. Ensayo granulométrico del agregado fino**

Malla	Abertura (mm)	Material retenido		% Acumulado	
		(gr)	%	% Retenido Acumulado	% Que pasa
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.76	13.40	2.10	2.10	97.90
Nº8	2.38	112.80	18.00	20.10	79.90
Nº 16	1.19	132.90	21.20	41.30	58.70
Nº 30	0.60	137.20	21.90	63.20	36.80
Nº 50	0.30	85.40	13.60	76.80	23.20
Nº 100	0.15	83.80	13.40	90.20	9.90
Fondo	0.00	61.50	9.80	100.0	0.00
Módulo de Fineza					2.94

Fuente: Elaboración propia

La arena gruesa tiene un módulo de fineza de 2.94, la NTP.400.012 indica que debe de estar entre 2.3 y 3.1, encontrándose dentro del parámetro.



*Figura 12. Curva granulométrica del agregado fino.*

Fuente: Elaboración propia

La curva granulométrica de la arena gruesa de la cantera Trapiche indica que se encuentra dentro de los límites establecidos y cumple con lo especificado en la NTP.400.037 para su uso en concreto.

#### 4.1.2.2. Peso Específico y absorción NTP.400.022 - ASTM C128

El propósito de este ensayo es determinar el porcentaje de absorción y el peso específico de la arena gruesa, los resultados se muestran a continuación

**Tabla 18.** *Peso específico y absorción del agregado fino*

	DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	PROMEDIO
	Peso de la arena SSS + Peso Balón + Peso de agua	980.70	981.50	981.10
	Peso de la arena SSS + Peso Balón	670.20	669.80	670.00
	Peso del agua	310.50	311.70	311.10
	Peso de la arena secada en el horno + Peso del Balón	664.60	664.00	664.30
	Peso del Balón	170.20	169.80	170.00
	Peso de la arena secada en el horno	494.40	494.20	494.30
	Volumen del Balón	497.50	498.20	497.90
Pem	<b>Peso específico de masa (g/cc)</b>	2.64	2.65	<b>2.65</b>
PeSSS	Peso específico de masa SSS (g/cc)	2.67	2.68	2.68
Pea	Peso específico aparente (g/cc)	2.73	2.73	2.73
Ab	<b>% absorción</b>	1.10	1.20	<b>1.20</b>

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 18, el peso específico de la arena gruesa de la cantera Trapiche es 2.65 gr/cc y su contenido de absorción es de 1.2%, siendo estos resultados promedios de dos muestras ensayadas, realizadas según la NTP.400.022.

#### 4.1.2.3. Peso Unitario NTP.400.017 - ASTM C29

##### **Peso Unitario suelto**

El propósito de este ensayo es determinar el peso unitario suelto de la arena gruesa, mediante el uso de un recipiente de forma cilíndrica que fue llenado en su totalidad y enrasado en la superficie con una varilla para uniformizar el agregado, luego se procedió a pesar en una balanza.

Los resultados se muestran a continuación

**Tabla 19. Peso unitario suelto del agregado fino**

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
Peso de la muestra y el molde (gr)	6502.00	6487.00	6493.00	
Peso del molde (gr)	2363.00	2363.00	2363.00	
Peso de la muestra (gr)	4139.00	4124.00	4130.00	
Volumen del molde (cc)	2760.00	2760.00	2760.00	
<b>Peso unitario suelto seco (gr/cc)</b>	<b>1.500</b>	<b>1.494</b>	<b>1.496</b>	<b>1.497</b>

Fuente: Elaboración propia

El peso unitario suelto seco de la arena gruesa de la cantera Trapiche es 1497 kg/m<sup>3</sup>, siendo este un resultado promedio de tres muestras realizadas según NTP.400.017.

### **Peso Unitario compactado**

Este ensayo realizado a la arena gruesa para determinar su peso unitario compactado, procedió mediante el uso de un recipiente de forma cilíndrica que fue llenado en tres capas y se aplicó en cada capa 25 golpes y finalmente enrasado la superficie con una varilla para uniformizar el agregado, luego se procedió a pesar en una balanza.

**Tabla 20. Peso unitario compactado del agregado fino**

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
Peso de la muestra y el molde (gr)	7332.00	7296.00	7309.00	
Peso del molde (gr)	2363.00	2363.00	2363.00	
Peso de la muestra (gr)	4969.00	4933.00	4946.00	
Volumen del molde (cc)	2760.00	2760.00	2760.00	
<b>Peso unitario compactado (gr/cc)</b>	<b>1.800</b>	<b>1.787</b>	<b>1.792</b>	<b>1.793</b>

Fuente: Elaboración propia

El peso unitario compactado de la arena gruesa de la cantera Trapiche es 1793 kg/m<sup>3</sup>, siendo este un resultado promedio de tres muestras realizadas según la NTP.400.017.

#### 4.1.2.4. Contenido de humedad NTP.339.185 - ASTM C566

Este ensayo tiene por finalidad determinar la humedad de la arena gruesa, se realizó el peso de la muestra en una balanza y posteriormente fue secada en un horno a 100°C.

**Tabla 21.** *Contenido de humedad del agregado fino*

DESCRIPCIÓN		VALORES
W	Peso de la muestra húmeda (gr)	632.5
D	Peso de la muestra seca (gr)	627
<b>P</b>	<b>Contenido de humedad (%)</b>	<b>0.9</b>

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla anterior, el contenido de humedad de la arena gruesa de la cantera Trapiche es 0.9%, realizada según la NTP 339.185.

#### 4.1.3. Residuos de mármol

##### 4.1.3.1. Análisis granulométrico NTP.400.012 - ASTM C136

El propósito de este ensayo es determinar las dimensiones de las partículas trituradas del mármol contenidas en los tamices.

**Tabla 22.** *Ensayo granulométrico del mármol*

Malla	Abertura (mm)	Material retenido		% Acumulado	
		(gr)	%	% Retenido Acumulado	% Que pasa
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.76	18.60	4.10	4.10	95.90
Nº8	2.38	68.50	15.10	19.20	80.80
Nº 16	1.19	131.50	29.00	48.20	51.80
Nº 30	0.60	84.50	18.60	66.80	33.20
Nº 50	0.30	62.50	13.80	80.60	19.40
Nº 100	0.15	45.30	10.00	90.60	9.40
Fondo		42.60	9.40	100.00	0.00
Módulo de Fineza					3.10

Fuente: Elaboración propia

El módulo de fineza del mármol es 3.10, la NTP.400.012 indica que debe de estar entre 2.3 y 3.1, por lo tanto, se encuentra dentro del parámetro según la norma.

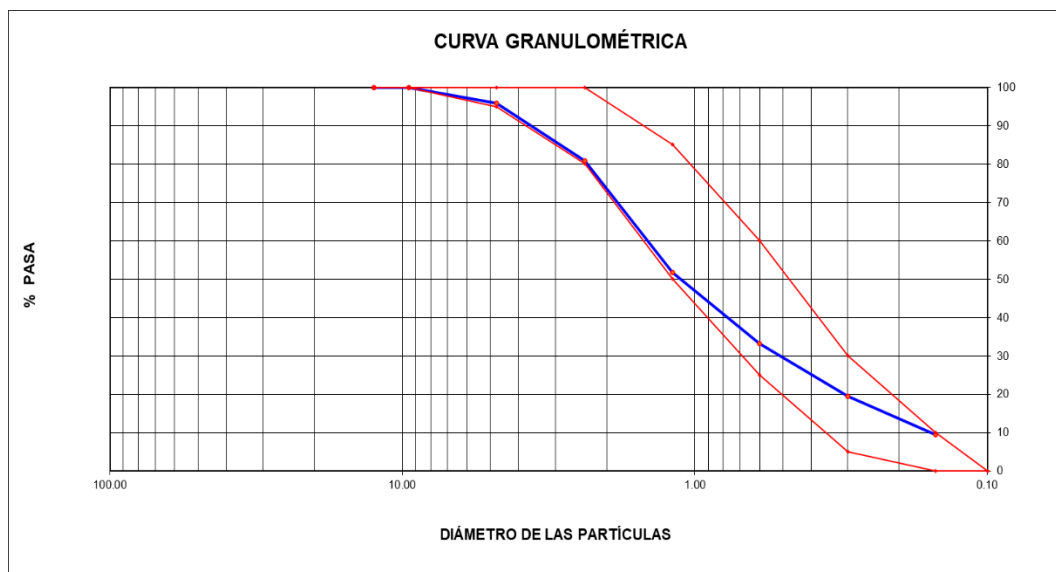


Figura 13. Curva granulométrica del mármol.

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, la curva granulométrica del mármol triturado se encuentra dentro de los establecido en la NTP.400.037 para su uso en concreto.

#### 4.1.3.2. Peso Específico y absorción NTP.400.022 - ASTM C128

El propósito de este ensayo es determinar el contenido de absorción del mármol y su peso específico. A continuación, se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 23. Peso específico y absorción del mármol

	DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	PROMEDIO
	Peso de la arena SSS + Peso Balón + Peso de agua (gr)	985.00	986.10	985.60
	Peso de la arena SSS + Peso Balón (gr)	671.10	671.90	671.50
	Peso del agua (gr)	313.90	314.20	314.10
	Peso de la arena secada en el horno + Peso del Balón	667.90	669.60	668.75
	Peso del Balón	171.10	171.90	171.50
	Peso de la arena secada en el horno	496.80	497.70	497.25
	Volumen del Balón	498.20	498.20	498.20
<b>Pem</b>	<b>Peso específico de masa (g/cc)</b>	2.70	2.70	<b>2.70</b>
PeSSS	Peso específico de masa SSS (g/cc)	2.71	2.72	2.72
Pea	Peso específico aparente (g/cc)	2.74	2.74	2.74
<b>Ab</b>	<b>% absorción</b>	0.6	0.5	<b>0.6</b>

Fuente: Elaboración propia

El peso específico del mármol es 2700 kg/m<sup>3</sup>, y su contenido de absorción es 0.6%, siendo estos resultados promedios de dos muestras realizadas según la NTP.400.022.

#### 4.1.3.3. Peso Unitario NTP.400.017 - ASTM C29

##### Peso Unitario suelto

El peso unitario suelto del mármol se realizó mediante el uso de un recipiente de forma cilíndrica que fue llenado en su totalidad con mármol y enrasado en la superficie para uniformizar el agregado, luego se procedió a pesar en una balanza. Los resultados se muestran a continuación.

**Tabla 24.** *Peso unitario suelto del mármol*

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
Peso de la muestra y el molde (gr)	6790.00	6805.00	6795.00	
Peso del molde (gr)	2363.00	2363.00	2363.00	
Peso de la muestra (gr)	4427.00	4442.00	4432.00	
Volumen del molde (cc)	2760.00	2760.00	2760.00	
<b>Peso unitario suelto seco (gr/cc)</b>	<b>1.604</b>	<b>1.609</b>	<b>1.606</b>	<b>1.606</b>

Fuente: Elaboración propia

El peso unitario suelto del mármol es 1606 kg/m<sup>3</sup>, siendo este un resultado promedio de tres muestras, indicando que se encuentra dentro de los parámetros de la NTP.400.017.

##### Peso Unitario compactado

Este ensayo realizado a los residuos de mármol triturado para determinar su peso unitario compactado, procedió mediante el uso de un recipiente de forma cilíndrica que fue llenado en tres capas y se aplicó 25 golpes y finalmente enrasado en la superficie para uniformizar el agregado, luego se procedió a pesar la muestra en una balanza.



**Tabla 25. Peso unitario compactado del mármol**

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
Peso de la muestra y el molde (gr)	7725.00	7759.00	7748.00	
Peso del molde (gr)	2363.00	2363.00	2363.00	
Peso de la muestra (gr)	5362.00	5396.00	5385.00	
Volumen del molde (cc)	2760.00	2760.00	2760.00	
<b>Peso unitario compactado (gr/cc)</b>	<b>1.943</b>	<b>1.955</b>	<b>1.951</b>	<b>1.950</b>

Fuente: Elaboración propia

El peso unitario compactado del mármol triturado es de 1950 kg/m<sup>3</sup>, siendo este un resultado promedio de tres muestras, indicando que se encuentra dentro de los parámetros de la NTP.400.017.

#### 4.1.3.4. Contenido de humedad NTP.339.185 - ASTM C566

Este ensayo tiene por finalidad determinar la humedad del mármol triturado, se realizó el peso de la muestra en una balanza y posteriormente la muestra fue secada en un horno a 100°C.

**Tabla 26. Contenido de humedad del mármol**

DESCRIPCIÓN	VALORES
W Peso de la muestra húmeda (gr)	454.9
D Peso de la muestra seca (gr)	453.5
<b>P Contenido de humedad (%)</b>	<b>0.3</b>

Fuente: Elaboración propia

El contenido de humedad del mármol es de 0.3%, indicando que se encuentra dentro de los parámetros de la NTP 339.185.

## 4.2. Determinación del diseño de mezcla - Método ACI 211

Se realizaron 4 diseños de mezcla siguiendo el método ACI 211 en el laboratorio MTL Geotecnia.

### 4.2.1. Diseño de mezcla patrón

Para el diseño de mezcla patrón se consideró un concreto de  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> sin adiciones de residuos de mármol. A continuación, se describe el procedimiento.

#### a) Cálculo de la resistencia promedio

Para una resistencia de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>, se consideró un factor de 84 kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo una resistencia promedio de 294 kg/cm<sup>2</sup>.

#### b) Relación agua/cemento

Tabla 27. Relación a/c según resistencia

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS ( $f'cr$ ) (kg/cm <sup>2</sup> )	RELACIÓN AGUA-CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORP.	CONCRETO CON AIRE INCORP.
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
<b>300</b>	<b>0.55</b>	0.46
<b>250</b>	<b>0.62</b>	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: Abanto Castillo. Tecnología del concreto, 2013, p. 69.

Con una resistencia promedio de 294 kg/cm<sup>2</sup> y mediante una interpolación, la relación agua/cemento obtenida es **0.558**.

#### c) Selección del TMN del agregado

El tamaño máximo nominal del agregado grueso considerado en la investigación es de 3/4"

#### d) Selección del asentamiento

Se optó por un asentamiento de 3" a 4" para que la mezcla contenga una consistencia plástica.

#### e) Volumen unitario de agua

Según la tabla 28, el asentamiento de 3" a 4", y un TMN de la grava de 3/4", se tiene un volumen unitario de agua de 205 l/m<sup>3</sup>.

**Tabla 28.** Volumen unitario de agua

ASENTAMIENTO O SLUMP	Agua en l/m <sup>3</sup> , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicada							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
	Concreto sin aire Incorporado							
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	<b>205</b>	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Cantidad aproximada de aire atrapado, en porcentaje	3	2.5	<b>2</b>	1.5	1	0.5	0.3	0.2
	Concreto con aire Incorporado							
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---
Promedio recomendado para el contenido total de aire, en porcentaje.	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

Fuente: Abanto Castillo. Tecnología del concreto, 2013, p. 67.

#### f) Contenido de aire

Así mismo con la tabla 28, el porcentaje de contenido de aire de una piedra de 3/4" es de 2%.

#### g) Factor cemento

Mediante la siguiente expresión se determinó el factor cemento

$$FC = \frac{\text{Volumen unitario de agua}}{\text{Relación agua/cemento}} = \frac{205}{0.558} = 367.12 \text{ kg/m}^3$$

Por lo tanto, el factor cemento es 367.12 kg/m<sup>3</sup>

## h) Contenido de agregado grueso

El módulo de fineza del agregado fino es 2.94 y el TMN de la grava es 3/4". Mediante la tabla 29, el coeficiente b/bo se determina interpolando, de esta forma b/bo es **0.606 m3**, multiplicando por su peso unitario compactado se obtiene **984.75 kg**.

**Tabla 29.** *Volumen de agregado grueso compactado por unidad de vol. de concreto*

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza de agregado fino <i>b/bo</i>			
	MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	<b>0.62</b>	<b>0.60</b>
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Abanto Castillo. Tecnología del concreto, 2013, p. 71.

A continuación, se detalla de los datos obtenidos mediante los ensayos de los agregados.

### DATOS DEL AGREGADO GRUESO

Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg
Peso específico seco de masa	2.67	g/cc
Peso unitario suelto	1499.0	Kg/m3
Peso unitario compactado	1625.0	Kg/m3
Contenido de humedad	0.1	%
Contenido de absorción	1.2	%
Módulo de fineza	6.78	

### DATOS DEL AGREGADO FINO

Peso específico seco de masa	2.65	g/cc
Peso unitario suelto	1497.0	Kg/m3
Peso unitario compactado	1793.0	Kg/m3
Contenido de humedad	0.9	%
Contenido de absorción	1.2	%
Módulo de fineza	2.94	

### i) Cálculo de los volúmenes absolutos de agregados

Se procedió al cálculo de los volúmenes absolutos de los agregados, obteniéndose los siguientes resultados:

Volumen absoluto del cemento	0.117	m3
Volumen absoluto del agua	0.205	m3
Volumen absoluto del aire	0.020	m3
Volumen absoluto del agregado grueso	0.369	m3
<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.710</b>	<b>m3</b>
Volumen absoluto del agregado fino	0.290	m3
<b>TOTAL</b>	<b>1.000</b>	<b>m3</b>

### j) Cantidad de materiales en peso seco, corrección por humedad y aporte de agua de los agregados fino y grueso

La cantidad de los agregados en peso seco fueron corregidos en función al contenido de humedad de los mismos y fin de obtener la cantidad correcta de agregados requerido para la elaboración de las muestras.

**Tabla 30.** Corrección de los agregados por %w y %a (diseño patrón).

<b>Materiales</b>	<b>Peso seco por m3</b>	<b>Contenido de humedad %w</b>	<b>Porcentaje de absorción %a</b>
Cemento	367.1 kg		
Agregado fino	767.5 kg	0.9	1.2
Agregado grueso	984.8 kg	0.1	1.2
Agua	205 Lt		

Fuente: Elaboración propia.

### k) Proporción final de mezcla

Luego de realizado las correcciones por humedad y absorción de los agregados se obtuvo la dosificación final para la elaboración de las muestras cilíndricas y prismáticas.

**Tabla 31. Dosificación final por m3 (patrón)**

<b>Cantidad de materiales por m3</b>			
<b>Cemento (Kg)</b>	<b>Agregado Fino (Kg)</b>	<b>Agregado Grueso (Kg)</b>	<b>Agua (Lt)</b>
367.1	774.4	985.7	218.13
1	2.11	2.69	25.25

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2. Diseño de mezcla con 5% de residuos de mármol

Para el diseño de mezcla se consideró el reemplazo del 5% del agregado fino por residuos de mármol. Se procedió a determinar los volúmenes absolutos, obteniéndose los siguientes resultados:

Volumen absoluto del cemento	0.117	m3
Volumen absoluto del agua	0.205	m3
Volumen absoluto del aire	0.020	m3
Volumen absoluto del agregado grueso	0.369	m3
<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.710</b>	<b>m3</b>
Volumen absoluto del agregado fino	0.275	m3
Volumen absoluto del mármol	0.0145	m3
<b>TOTAL</b>	<b>1.000</b>	<b>m3</b>

La cantidad de los agregados en peso seco fueron corregidos en función al contenido de humedad y absorción de los mismos, a fin de obtener la cantidad correcta de agregados requerido para la elaboración de las muestras.

**Tabla 32. Corrección de los agregados por %w y %a (5% mármol).**

<b>Materiales</b>	<b>Peso seco por m3</b>	<b>Contenido de humedad %w</b>	<b>Porcentaje de absorción %a</b>
Cemento	367.1 kg		
Agregado fino	729.2 kg	0.9	1.2
Agregado grueso	984.8 kg	0.1	1.2
Mármol	39.10 kg	0.3	0.6
Agua	205 Lt		

Fuente: Elaboración propia.

Luego de realizado las correcciones por %w (humedad) y %a (absorción) de los agregados se obtuvo la dosificación final para la elaboración de las muestras cilíndricas y prismáticas.

**Tabla 33.** *Dosificación final por m3 (5% de residuos de mármol)*

<b>Cantidad de materiales por m3</b>				
<b>Cemento (Kg)</b>	<b>Agregado Fino (Kg)</b>	<b>Agregado Grueso (Kg)</b>	<b>Mármol (Kg)</b>	<b>Agua (Lt)</b>
367.12	735.72	985.73	39.22	218.14
1	2.01	2.69	0.10	25.25

Fuente: Elaboración propia

#### **4.2.3. Diseño de mezcla con 10% de residuos de mármol**

Para el diseño de mezcla se consideró el reemplazo del 10% del agregado fino por residuos de mármol. Se procedió a determinar los volúmenes absolutos, obteniéndose los siguientes resultados:

Volumen absoluto del cemento	0.117	m3
Volumen absoluto del agua	0.205	m3
Volumen absoluto del aire	0.020	m3
Volumen absoluto del agregado grueso	0.369	m3
<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.710</b>	<b>m3</b>
Volumen absoluto del agregado fino	0.261	m3
Volumen absoluto del mármol	0.029	m3
<b>TOTAL</b>	<b>1.000</b>	<b>m3</b>

La cantidad de los agregados en peso seco fueron corregidos en función al contenido de humedad y absorción de los mismos, a fin de obtener la cantidad correcta de agregados requerido para la elaboración de las muestras.

**Tabla 34.** Corrección de los agregados por %w y %a (10% mármol).

<b>Materiales</b>	<b>Peso seco por m3</b>	<b>Contenido de humedad %w</b>	<b>Porcentaje de absorción %a</b>
Cemento	367.1 kg		
Agregado fino	690.8 kg	0.9	1.2
Agregado grueso	984.8 kg	0.1	1.2
Mármol	78.2 kg	0.3	0.6
Agua	205 Lt		

Fuente: Elaboración propia.

Luego de realizado las correcciones por %w (humedad) y %a (absorción) de los agregados se obtuvo la dosificación final para la elaboración de las muestras cilíndricas y prismáticas.

**Tabla 35.** Dosificación final por m3 (10% de residuos de mármol)

<b>Cantidad de materiales por m3</b>				
<b>Cemento (Kg)</b>	<b>Agregado Fino (Kg)</b>	<b>Agregado Grueso (Kg)</b>	<b>Mármol (Kg)</b>	<b>Agua (Lt)</b>
367.12	696.99	985.73	78.44	218.14
1	1.90	2.69	0.20	25.25

Fuente: Elaboración propia

#### **4.2.4. Diseño de mezcla con 15% de residuos de mármol**

Para el diseño de mezcla se consideró el reemplazo del 15% del agregado fino por residuos de mármol. Se procedió a determinar los volúmenes absolutos, obteniéndose los siguientes resultados:

Volumen absoluto del cemento	0.117	m3
Volumen absoluto del agua	0.205	m3
Volumen absoluto del aire	0.020	m3
Volumen absoluto del agregado grueso	0.369	m3
<b>SUBTOTAL</b>	<b>0.710</b>	<b>m3</b>
Volumen absoluto del agregado fino	0.246	m3
Volumen absoluto del mármol	0.043	m3
<b>TOTAL</b>	<b>1.000</b>	<b>m3</b>



La cantidad de los agregados en peso seco deben ser corregidos en función a la humedad y absorción a fin de obtener la cantidad correcta de agregados.

**Tabla 36.** Corrección de los agregados por %w y %a (15% mármol).

<b>Materiales</b>	<b>Peso seco por m3</b>	<b>Contenido de humedad %w</b>	<b>Porcentaje de absorción %a</b>
Cemento	367.1 kg		
Agregado fino	652.4 kg	0.9	1.2
Agregado grueso	984.8 kg	0.1	1.2
Mármol	117.3 kg	0.3	0.6
Agua	205 Lt		

Fuente: Elaboración propia.

Luego de realizado las correcciones por %w (humedad) y %a (absorción) de los agregados se obtuvo la dosificación final para la elaboración de las muestras cilíndricas y prismáticas.

**Tabla 37.** Dosificación final por m3 (15% de residuos de mármol)

<b>CANTIDAD DE MATERIALES POR M3</b>				
<b>Cemento (Kg)</b>	<b>Agregado Fino (Kg)</b>	<b>Agregado Grueso (Kg)</b>	<b>Mármol (Kg)</b>	<b>Agua (Lt)</b>
367.12	658.27	985.73	117.65	218.14
1	1.80	2.69	0.30	25.25

Fuente: Elaboración propia

### **4.3. Propiedades del concreto en estado fresco**

#### **4.3.1. Ensayo de consistencia del concreto NTP.339.035 - ASTM C-143.**

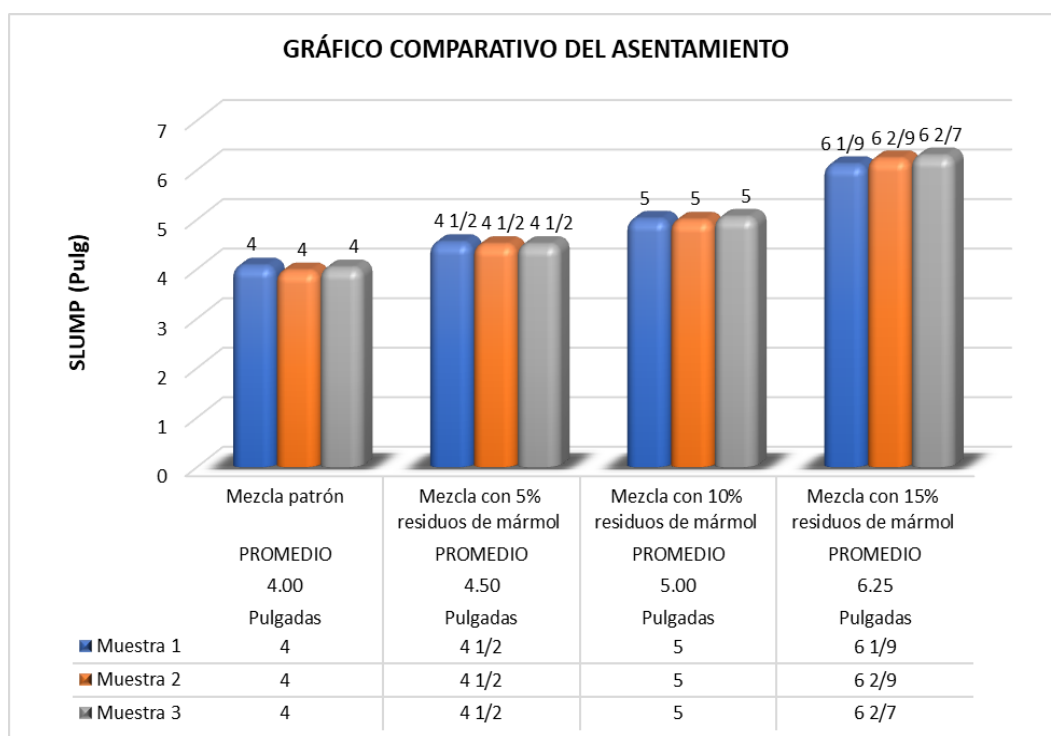
El ensayo tiene por finalidad determinar el asentamiento de la mezcla, se procedió a humedecer el cono de Abrams y se colocó en una bandeja metálica, se vació mezcla en tres capas, apisonando con 25 golpes en cada una y fue enrasado en la superficie. Se procedió a levantar el cono y medir la diferencia de alturas de la mezcla y el cono.

**Tabla 38. Medición del asentamiento de la mezcla en el laboratorio**

Descripción	Asentamiento				Trabajabilidad
	Muestra 1 (pulg.)	Muestra 2 (pulg.)	Muestra 3 (pulg.)	Promedio (pulg.)	
Mezcla patrón	4"	4"	4"	4"	Trabajable
Mezcla con 5% residuos de mármol	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	4.5"	Trabajable
Mezcla con 10% residuos de mármol	5"	5"	5"	5"	Trabajable
Mezcla con 15% residuos de mármol	6 1/9"	6 2/9"	6 2/7"	6.25"	Muy trabajable

Fuente: Elaboración propia

Se puede precisar que para la mezcla patrón se obtuvo un slump de 4", la mezcla con 5% de residuos de mármol obtuvo un slump de 4 1/2" en todas las mezclas, de la misma forma la mezcla con 10% de residuos de mármol obtuvo un slump de 5" y la mezcla con 15% de residuos de mármol se obtuvo un slump de 6 1/4".



**Figura 14. Comparación del asentamiento (patrón, 5%, 10% y 15%)**

Fuente: Elaboración propia

La mezcla patrón obtuvo un slump promedio de 4" a comparación de la mezcla con 15% de residuos de mármol que obtuvo un slump promedio de 6.25", así mismo, el revenimiento de la mezcla incrementa en la medida que se reemplaza la arena por residuos de mármol, indicando que la mezcla con 15% de residuos de mármol tiene una consistencia fluida, es más viscosa, por lo tanto, el grado de trabajabilidad es alto, pero con los porcentajes 5% y 10% se obtiene una consistencia plástica.

#### 4.4. Propiedades del concreto en estado endurecido

##### 4.4.1. Resistencia a la compresión del concreto NTP.339.034 - ASTM C39

##### 4.4.1.1. Resistencia a la compresión del concreto patrón

Se ensayaron 9 probetas cilíndricas con dimensiones de 6" x 12". Se procedió a engrasar con petróleo todos los moldes a emplear, una vez realizado el mezclado se vació la mezcla en los moldes en 3 capas, apisonando con 25 golpes en cada una de ellas, para finalmente golpear levemente 10 veces con un martillo de goma la parte externa de la muestra. Después de realizado el vaciado, las probetas se almacenaron por 24 horas que posteriormente fueron desmoldadas e inmediatamente se sumergieron en una poza con agua y finalmente se realizó la rotura a los 7, 14 y 28 días.

**Tabla 39.** Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 7, 14 y 28 días

Nro.	Descripción	Edad (Días)	Fecha		Carga Axial (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de rotura
			Vaciado	Rotura			
1	Probeta patrón	7	13/06/2020	20/06/2020	26292	148.8	5
2	Probeta patrón	7	13/06/2020	20/06/2020	26377	147.3	5
3	Probeta patrón	7	13/06/2020	20/06/2020	26166	148.1	5
4	Probeta patrón	14	13/06/2020	27/06/2020	32185	179.7	5
5	Probeta patrón	14	13/06/2020	27/06/2020	31871	180.4	5
6	Probeta patrón	14	13/06/2020	27/06/2020	32260	180.1	5
7	Probeta patrón	28	13/06/2020	11/07/2020	39375	222.8	5
8	Probeta patrón	28	13/06/2020	11/07/2020	38984	220.6	5
9	Probeta patrón	28	13/06/2020	11/07/2020	39422	223.1	5

Fuente: Elaboración propia

La resistencia a la compresión del concreto patrón a los 7 días es 148.8 kg/cm<sup>2</sup>, 147.3 kg/cm<sup>2</sup> y 148.1 kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia a los 14 días es 179.7 kg/cm<sup>2</sup>, 180.4 kg/cm<sup>2</sup> y 180.1 kg/cm<sup>2</sup> y la resistencia a los 28 días es 222.8 kg/cm<sup>2</sup>, 220.6 kg/cm<sup>2</sup> y 223.1 kg/cm<sup>2</sup>.

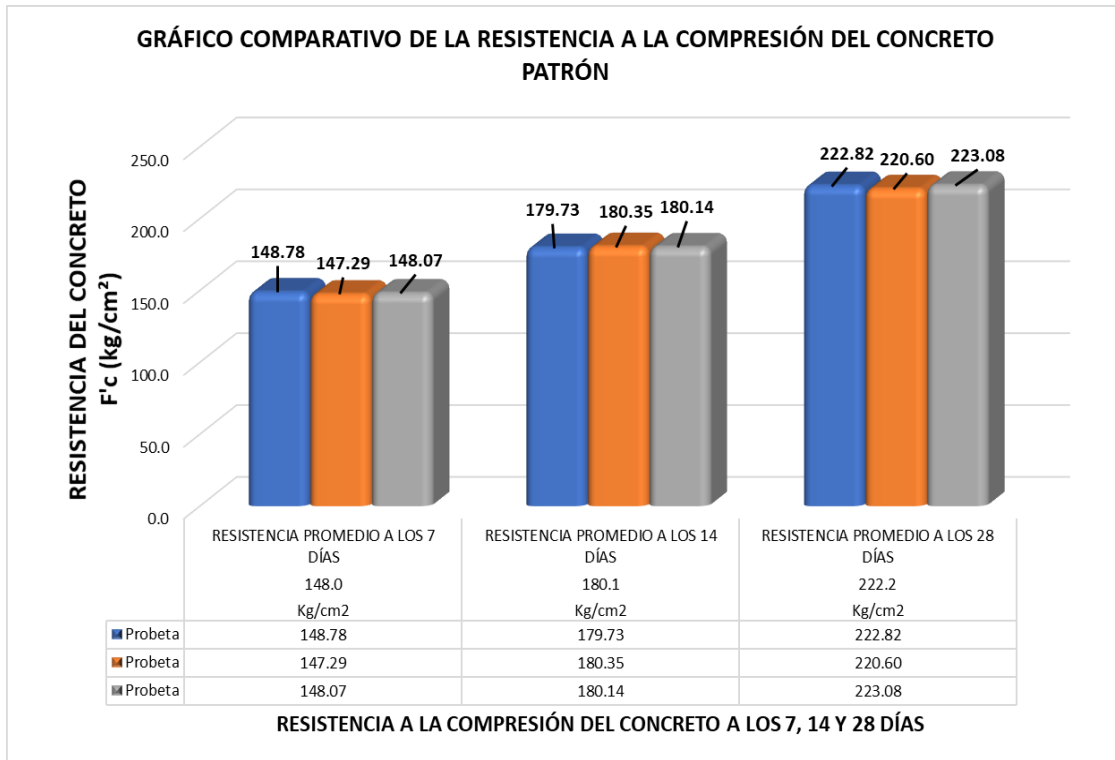


Figura 15. Comparación de la resistencia a la compresión del concreto patrón

Fuente: Elaboración propia

Según la figura, la resistencia a la compresión del concreto patrón a los 7 días alcanzó una resistencia promedio de 148.0 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días una resistencia promedio de 180.1 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente a los 28 días una resistencia promedio de 222.2 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.4.1.2. Resistencia a la compresión del concreto con 5% de residuos de mármol

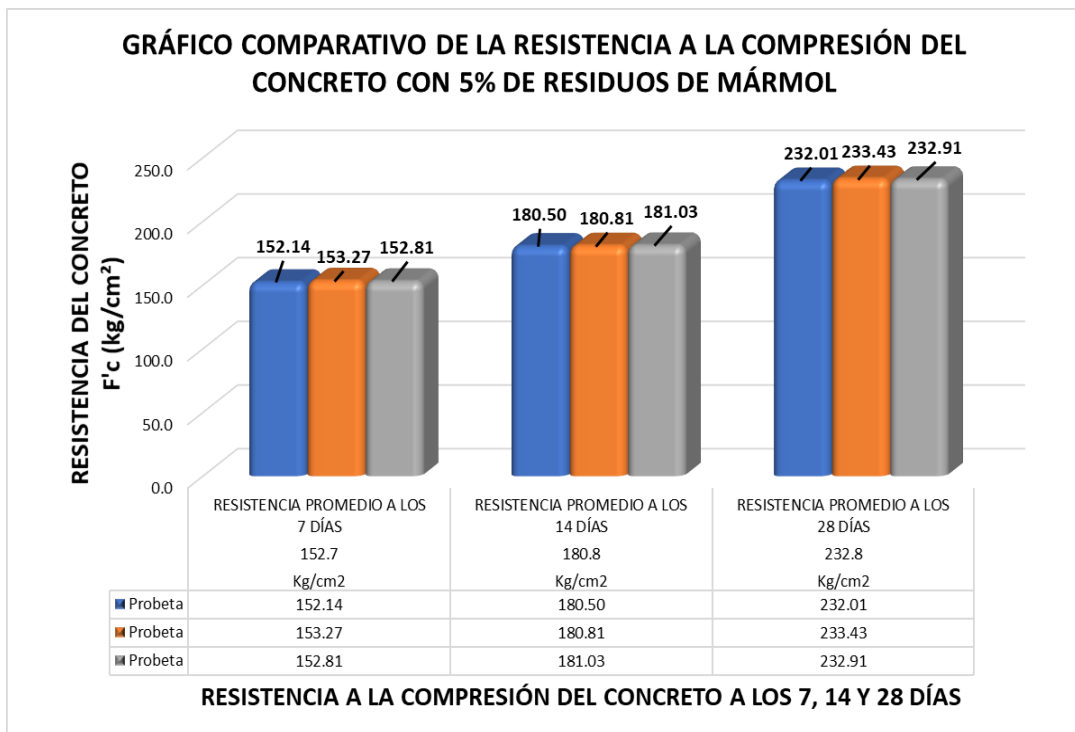
Se realizaron 9 probetas cilíndricas con dimensiones de 6" x 12", para el mezclado del concreto, se reemplazó el 5% de la arena gruesa por los residuos de mármol. La rotura de las probetas con 5% de residuos de mármol se realizó a los 7, 14 y 28 días.

**Tabla 40.** Resistencia a la compresión del concreto con 5% de residuos de mármol a los 7, 14 y 28 días

Nro.	Descripción	Edad (Días)	Fecha		Carga Axial (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de rotura
			Vaciado	Rotura			
1	Probeta 5% mármol	7	13/06/2020	20/06/2020	26884	152.1	5
2	Probeta 5% mármol	7	13/06/2020	20/06/2020	27085	153.3	5
3	Probeta 5% mármol	7	13/06/2020	20/06/2020	27365	152.8	5
4	Probeta 5% mármol	14	13/06/2020	27/06/2020	31897	180.5	5
5	Probeta 5% mármol	14	13/06/2020	27/06/2020	31952	180.8	5
9	Probeta 5% mármol	14	13/06/2020	27/06/2020	31991	181.0	5
7	Probeta 5% mármol	28	13/06/2020	11/07/2020	40999	232.0	5
8	Probeta 5% mármol	28	13/06/2020	11/07/2020	41251	233.4	5
9	Probeta 5% mármol	28	13/06/2020	11/07/2020	41159	232.9	5

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla anterior, la resistencia alcanzada a los 7 días es 152.1 kg/cm<sup>2</sup>, 153.3 kg/cm<sup>2</sup> y 152.8 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días: 180.5 kg/cm<sup>2</sup>, 180.8 kg/cm<sup>2</sup> y 181.1 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días: 232.0 kg/cm<sup>2</sup>, 233.4 kg/cm<sup>2</sup> y 232.9 kg/cm<sup>2</sup>.



*Figura 16.* Comparación de la resistencia a la compresión del concreto con 5% de residuos de mármol

Fuente: Elaboración propia

Según la figura anterior, la resistencia del concreto con el reemplazo parcial del 5% de la arena gruesa por residuos de mármol, obtuvo una resistencia promedio de 152.7 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, una resistencia promedio de 180.8 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y finalmente una resistencia promedio de 232.8 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

#### 4.4.1.3. Resistencia a la compresión del concreto con 10% de residuos de mármol

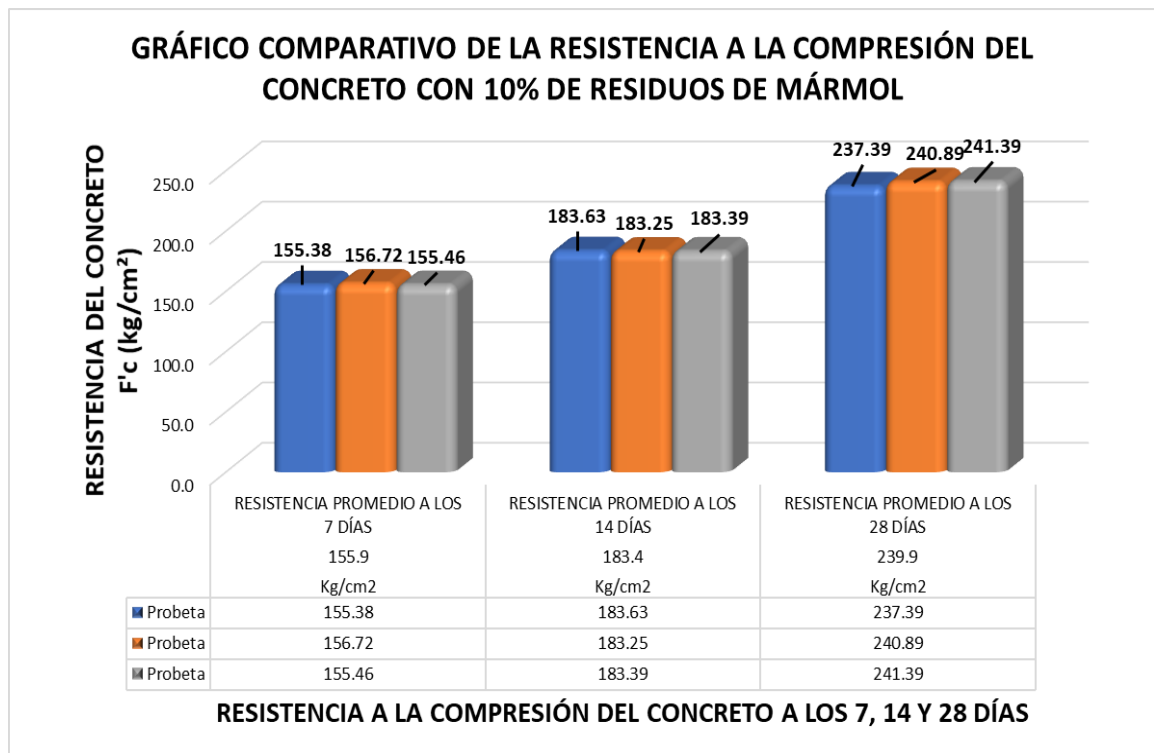
Se realizaron 9 probetas cilíndricas con dimensiones de 6" x 12", para el mezclado del concreto, se reemplazó el 10% de la arena gruesa por los residuos de mármol. Los ensayos se realizaron en las edades: 7, 14 y 28 días, siguiendo el procedimiento indicado en la NTP 339.034.

**Tabla 41.** Resistencia a la compresión del concreto con 10% de residuos de mármol a los 7, 14 y 28 días

Nro.	Descripción	Edad (Días)	Fecha		Carga Axial (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de rotura
			Vaciado	Rotura			
1	Probeta 10% mármol	7	13/06/2020	20/06/2020	27457	155.4	5
2	Probeta 10% mármol	7	13/06/2020	20/06/2020	27694	156.7	5
3	Probeta 10% mármol	7	13/06/2020	20/06/2020	27840	155.5	5
4	Probeta 10% mármol	14	13/06/2020	27/06/2020	32885	183.6	5
5	Probeta 10% mármol	14	13/06/2020	27/06/2020	32383	183.3	5
9	Probeta 10% mármol	14	13/06/2020	27/06/2020	32407	183.4	5
7	Probeta 10% mármol	28	13/06/2020	11/07/2020	41950	237.4	5
8	Probeta 10% mármol	28	13/06/2020	11/07/2020	42568	240.9	5
9	Probeta 10% mármol	28	13/06/2020	11/07/2020	42657	241.4	5

Fuente: Elaboración propia

La resistencia a los 7 días es 155.4 kg/cm<sup>2</sup>, 156.7 kg/cm<sup>2</sup> y 155.5 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días es 183.6 kg/cm<sup>2</sup>, 183.3 kg/cm<sup>2</sup> y 183.4 kg/cm<sup>2</sup> y la resistencia a los 28 días es 237.4 kg/cm<sup>2</sup>, 240.9 kg/cm<sup>2</sup> y 241.4 kg/cm<sup>2</sup>.



*Figura 17.* Comparación de la resistencia a la compresión del concreto con 10% de residuos de mármol

Fuente: Elaboración propia

Según la figura anterior, la resistencia a la compresión del concreto con el reemplazo parcial del 10% de la arena gruesa por residuos de mármol, a los 7 días alcanzó una resistencia promedio de 155.9 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días una resistencia promedio de 183.4 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente a los 28 días una resistencia promedio de 239.9 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **4.4.1.4. Resistencia a la compresión del concreto con 15% de residuos de mármol**

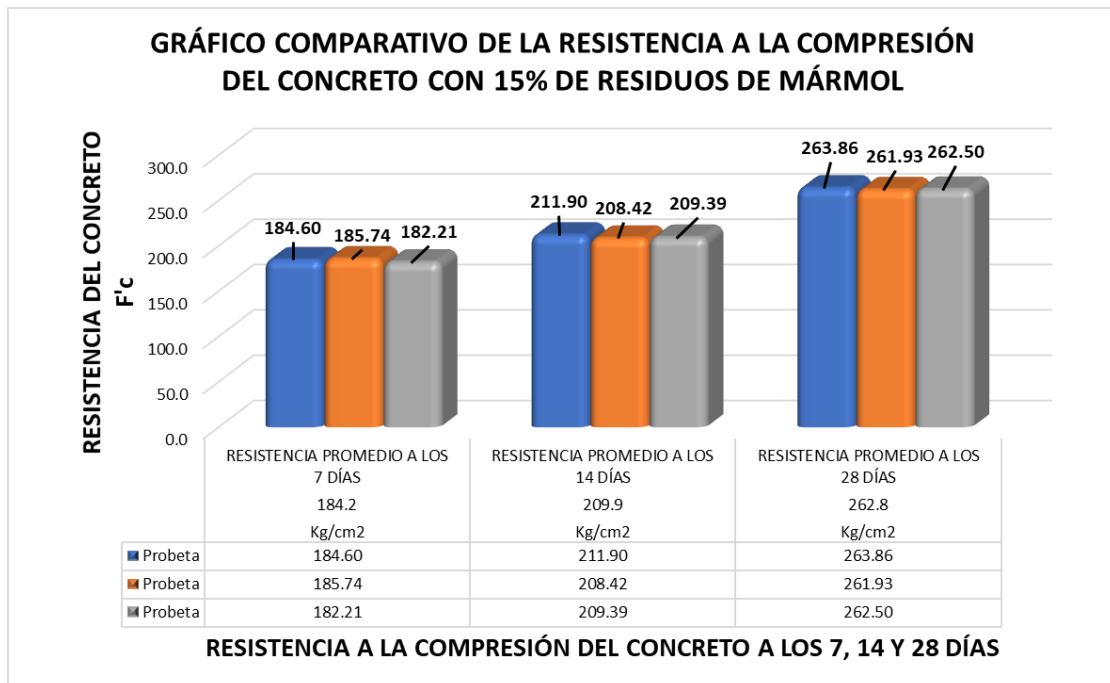
Se realizaron 9 probetas cilíndricas con dimensiones de 6" x 12", para el mezclado del concreto se reemplazó el 15% de la arena gruesa por los residuos de mármol. La rotura de las probetas con 15% de residuos de mármol se realizó a los 7, 14 y 28 días.

**Tabla 42.** Resistencia a la compresión del concreto con 15% de residuos de mármol a los 7, 14 y 28 días

Nro.	Descripción	Edad (Días)	Fecha		Carga Axial (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de rotura
			Vaciado	Rotura			
1	Probeta 15% mármol	7	13/06/2020	20/06/2020	32622	184.6	5
2	Probeta 15% mármol	7	13/06/2020	20/06/2020	32822	185.7	5
3	Probeta 15% mármol	7	13/06/2020	20/06/2020	32199	182.2	5
4	Probeta 15% mármol	14	13/06/2020	27/06/2020	37947	211.9	5
5	Probeta 15% mármol	14	13/06/2020	27/06/2020	37323	208.4	5
9	Probeta 15% mármol	14	13/06/2020	27/06/2020	37003	209.4	5
7	Probeta 15% mármol	28	13/06/2020	11/07/2020	46628	263.9	5
8	Probeta 15% mármol	28	13/06/2020	11/07/2020	46287	261.9	5
9	Probeta 15% mármol	28	13/06/2020	11/07/2020	46387	262.5	5

Fuente: Elaboración propia

La resistencia del concreto a los 7 días es 184.6 kg/cm<sup>2</sup>, 185.7 kg/cm<sup>2</sup> y 182.2 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días se obtuvo 211.9 kg/cm<sup>2</sup>, 208.4 kg/cm<sup>2</sup> y 209.4 kg/cm<sup>2</sup> y una resistencia de 263.9 kg/cm<sup>2</sup>, 261.9 kg/cm<sup>2</sup> y 262.5 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.



**Figura 18.** Comparación de la resistencia a la compresión del concreto con 15% de residuos de mármol

Fuente: Elaboración propia



La resistencia a la compresión del concreto con el reemplazo parcial del 15% de la arena gruesa por residuos de mármol alcanzó una resistencia promedio de 184.2 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, una resistencia promedio de 209.9 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y finalmente una resistencia promedio de 262.8 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

### Comparación de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días

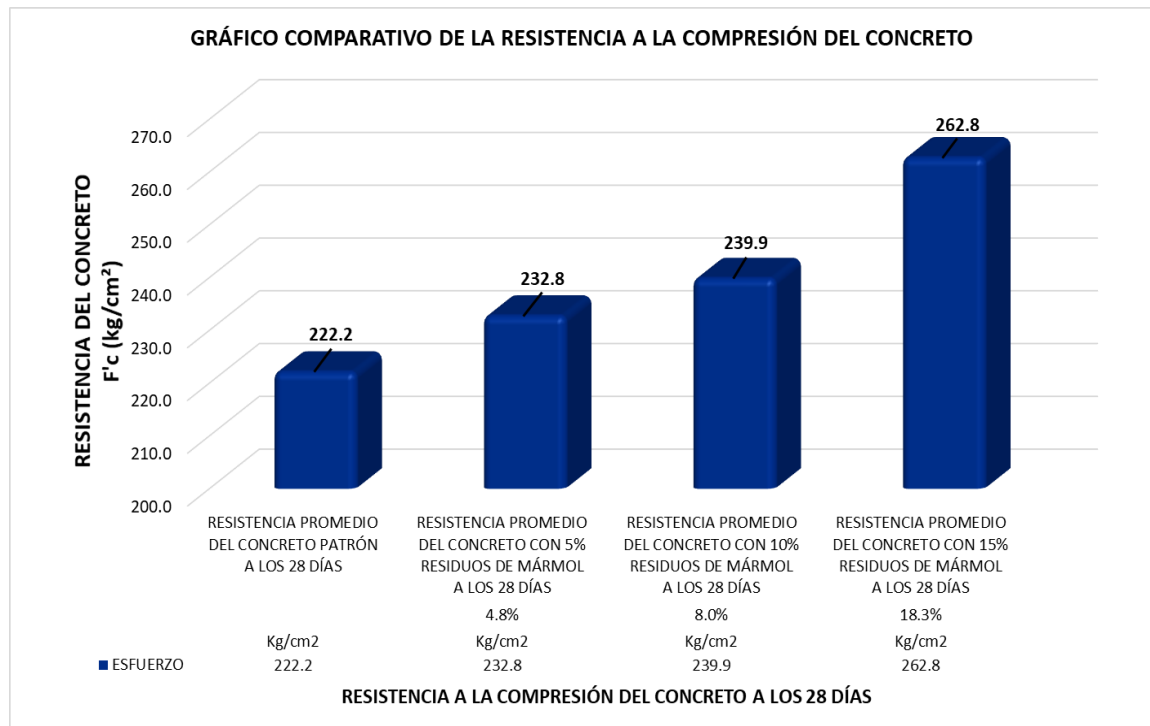


Figura 19. Comparación de la resistencia a la compresión del concreto (patrón, 5%, 10% y 15%) a los 28 días.

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, la resistencia del concreto tiene un incremento gradual con la medida en que se realiza el reemplazo del agregado fino por residuos de mármol, la gráfica muestra que el concreto con 5%, 10% y 15% de residuos de mármol se tiene un incremento del 4.8%, 8.0% y 18.3% respectivamente con respecto al concreto patrón que obtuvo una resistencia promedio de 222,2 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, de este modo existe un incremento significativo con el 15% de residuos de mármol

#### 4.4.2. Resistencia a la flexión del concreto NTP.339.078 - ASTM C78

##### 4.4.2.1. Resistencia a la flexión del concreto patrón

Se realizaron 9 probetas prismáticas con dimensiones de 15cm de ancho, 15cm de alto y 50cm de largo. Se procedió a engrasar con petróleo todos los moldes prismáticos, una vez realizado el mezclado se realizó el vaciado, apisonando con una varilla metálica para finalmente golpear levemente 10 veces con un martillo de goma. Luego de realizado el vaciado de todas las muestras, las vigas se almacenaron por 24 horas y posteriormente fueron desmoldadas y sumergirlas en un pozo de agua para curarlas y finalmente se realizó la rotura a los 7, 14 y 28 días.

**Tabla 43.** Resistencia a la flexión del concreto patrón a los 7, 14 y 28 días

Viga			Dimensiones				Resultados	
Nro.	Descripción	Edad (Días)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Luz entre apoyos (cm)	Carga (kg)	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Viga patrón	7	50	15	15	45	2240	29.9
2	Viga patrón	7	50	15	15	45	2451	32.7
3	Viga patrón	7	50	15	15	45	2445	32.6
4	Viga patrón	14	50	15	15	45	2697	36.0
5	Viga patrón	14	50	15	15	45	2651	35.4
6	Viga patrón	14	50	15	15	45	2714	36.2
7	Viga patrón	28	50	15	15	45	3120	41.6
8	Viga patrón	28	50	15	15	45	3062	40.8
9	Viga patrón	28	50	15	15	45	3082	41.1

Fuente: Elaboración propia

El Módulo de rotura del concreto patrón es 29.9 kg/cm<sup>2</sup>, 32.7 kg/cm<sup>2</sup> y 32.6 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 36.0 kg/cm<sup>2</sup>, 35.4 kg/cm<sup>2</sup> y 36.2 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y la resistencia a los 28 días es 41.6 kg/cm<sup>2</sup>, 40.8 kg/cm<sup>2</sup> y 41.1 kg/cm<sup>2</sup>.

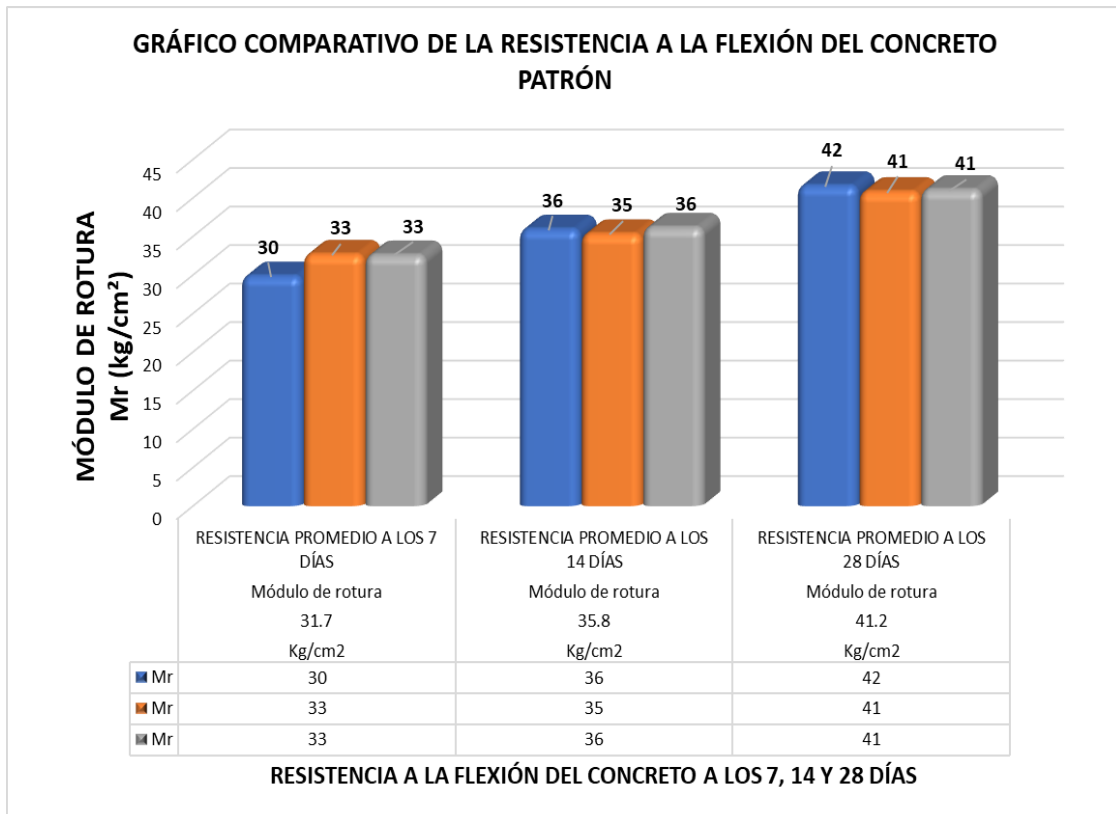


Figura 20. Comparación de la resistencia a la flexión del concreto patrón

Fuente: Elaboración propia

El gráfico muestra que la resistencia a la flexión del concreto (Mr) alcanzó un promedio de 31.7 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, una resistencia promedio (Mr) de 35.8 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y finalmente a los 28 días una resistencia promedio (Mr) de 41.2 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.4.2.2. Resistencia a la flexión del concreto con 5% de residuos de mármol

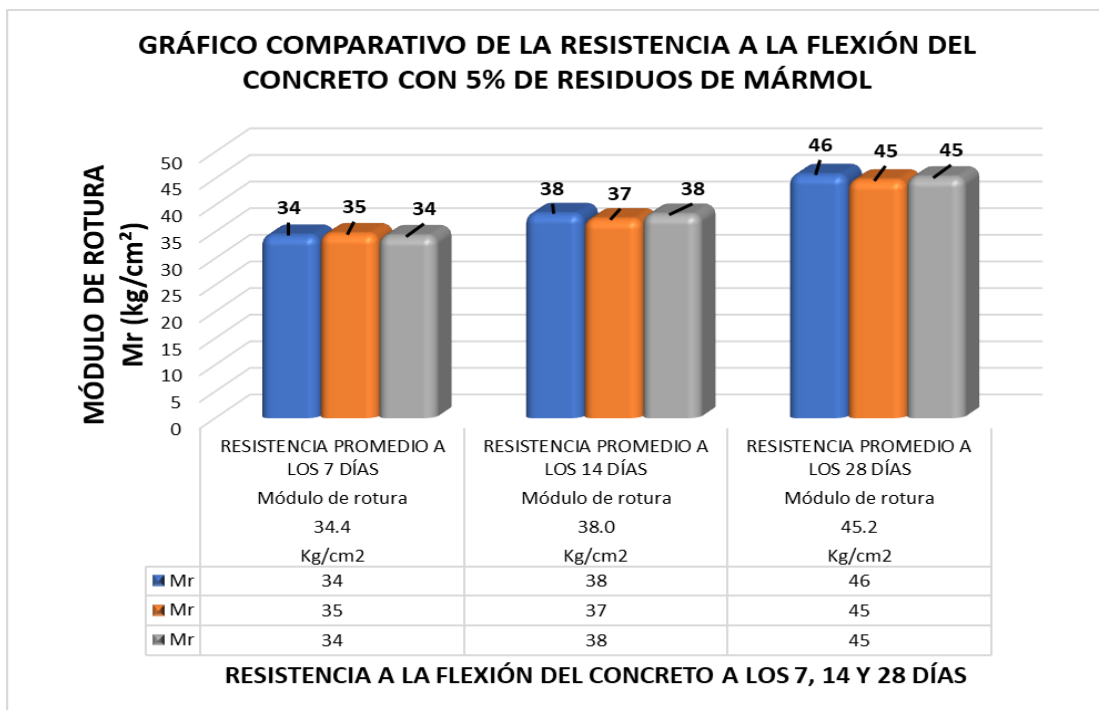
En la tabla 44 se muestra los resultados de las roturas de vigas, para ello se realizaron 9 probetas prismáticas con dimensiones de 15 cm de ancho, 15 cm de alto y 50 cm de largo, para el mezclado del concreto se reemplazó el 5% de la arena gruesa por los residuos de mármol. Los ensayos se realizaron en las edades: 7, 14 y 28 días.

**Tabla 44.** Resistencia a la flexión del concreto con 5% de residuos de mármol a los 7, 14 y 28 días

Viga Nro.	Descripción	Edad (Días)	Dimensiones				Resultados	
			Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Luz entre apoyos (cm)	Carga (kg)	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Viga 5% Mármol	7	50	15	15	45	2575	34.3
2	Viga 5% Mármol	7	50	15	15	45	2596	34.6
3	Viga 5% Mármol	7	50	15	15	45	2567	34.2
4	Viga 5% Mármol	14	50	15	15	45	2879	38.4
5	Viga 5% Mármol	14	50	15	15	45	2804	37.4
6	Viga 5% Mármol	14	50	15	15	45	2869	38.3
7	Viga 5% Mármol	28	50	15	15	45	3430	45.7
8	Viga 5% Mármol	28	50	15	15	45	3354	44.7
9	Viga 5% Mármol	28	50	15	15	45	3396	45.3

Fuente: Elaboración propia

El Mr del concreto con 5% de residuos de mármol a los 7 días es 34.3 kg/cm<sup>2</sup>, 34.6 kg/cm<sup>2</sup> y 34.2 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días es 38.4 kg/cm<sup>2</sup>, 37.4 kg/cm<sup>2</sup> y 38.3 kg/cm<sup>2</sup> y la resistencia a los 28 días es 45.7 kg/cm<sup>2</sup>, 44.7 kg/cm<sup>2</sup> y 45.3 kg/cm<sup>2</sup>.



**Figura 21.** Comparación de la resistencia a la flexión del concreto con 5% de residuos de mármol

Fuente: Elaboración propia

La resistencia a la flexión del concreto a los 7 días alcanzó un promedio de 34.4 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días una resistencia promedio de 38.0 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente a los 28 días una resistencia promedio de 45.2 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.4.2.3. Resistencia a la flexión del concreto con 10% de residuos de mármol

Se realizaron 9 probetas prismáticas con dimensiones de 15 cm de ancho, 15 cm de alto y 50 cm de largo, para el mezclado del concreto se reemplazó el 10% de la arena gruesa por los residuos de mármol.

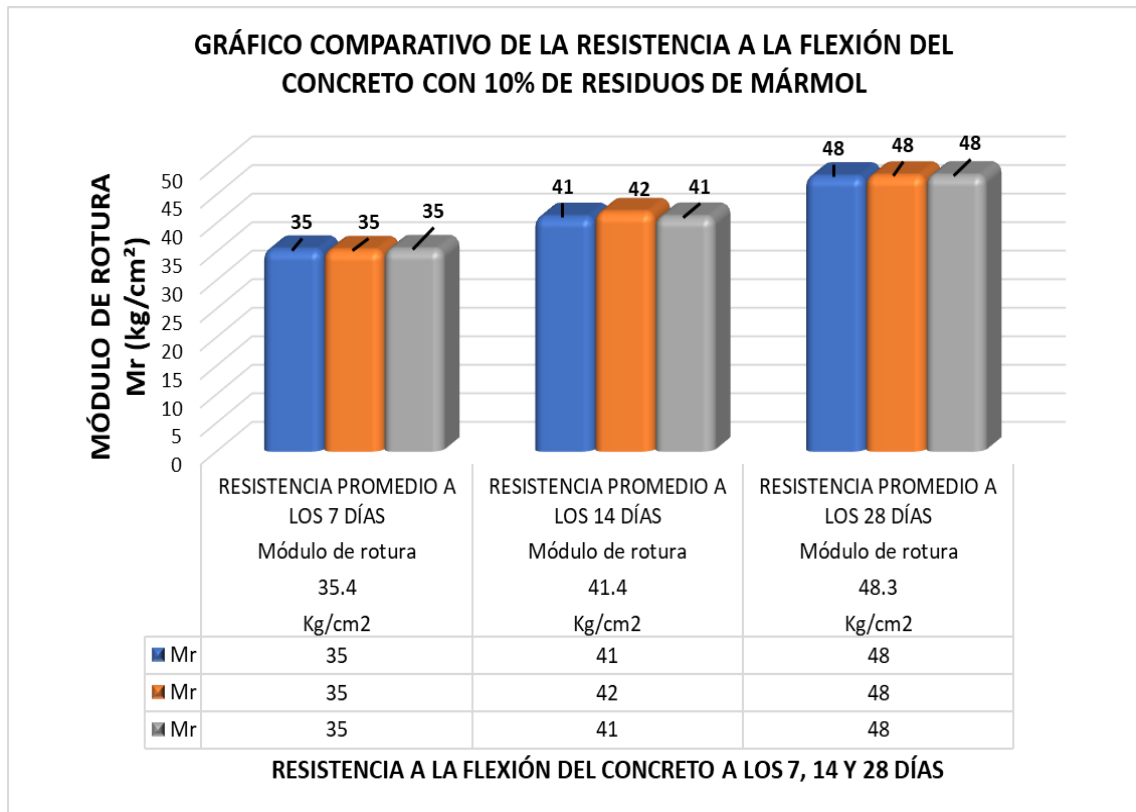
Los ensayos se realizaron en las edades: 7, 14 y 28 días.

**Tabla 45.** Resistencia a la flexión del concreto con 10% de residuos de mármol a los 7, 14 y 28 días

Viga Nro.	Descripción	Edad (Días)	Dimensiones			Resultados		
			Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Luz entre apoyos (cm)	Carga (kg)	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Viga 10% Mármol	7	50	15	15	45	2656	35.4
2	Viga 10% Mármol	7	50	15	15	45	2648	35.3
3	Viga 10% Mármol	7	50	15	15	45	2661	35.5
4	Viga 10% Mármol	14	50	15	15	45	3085	41.1
5	Viga 10% Mármol	14	50	15	15	45	3149	42.0
6	Viga 10% Mármol	14	50	15	15	45	3086	41.2
7	Viga 10% Mármol	28	50	15	15	45	3617	48.2
8	Viga 10% Mármol	28	50	15	15	45	3628	48.4
9	Viga 10% Mármol	28	50	15	15	45	3631	48.4

Fuente: Elaboración propia

El Módulo de rotura del concreto con 10% de residuos de mármol a los 7 días es 35.4 kg/cm<sup>2</sup>, 35.3 kg/cm<sup>2</sup> y 35.5 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días es 41.1 kg/cm<sup>2</sup>, 42.0 kg/cm<sup>2</sup> y 41.2 kg/cm<sup>2</sup> y la resistencia a los 28 días es 48.2 kg/cm<sup>2</sup>, 48.4 kg/cm<sup>2</sup> y 48.4 kg/cm<sup>2</sup>.



*Figura 22.* Comparación de la resistencia a la flexión del concreto con 10% de residuos de mármol

Fuente: Elaboración propia

Según la gráfica, la resistencia a la flexión del concreto a los 7 días alcanzó un módulo de rotura promedio de 35.4 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días una resistencia (Mr) promedio de 41.4 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente a los 28 días una resistencia (Mr) promedio de 48.3 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.4.2.4. Resistencia a la flexión del concreto con 15% de residuos de mármol

Se realizaron 9 probetas prismáticas con dimensiones de 15 cm de ancho, 15 cm de alto y 50 cm de largo, para el mezclado del concreto se reemplazó el 15% de la arena gruesa por los residuos de mármol.

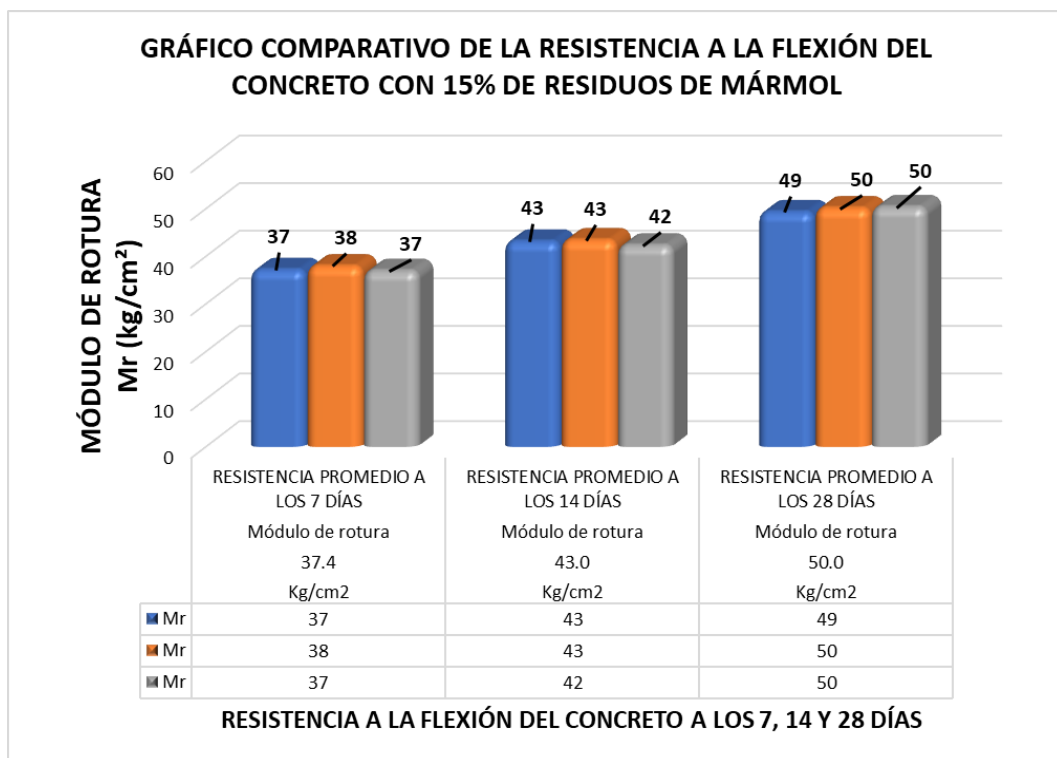
Los ensayos se realizaron en las edades: 7, 14 y 28 días.

**Tabla 46.** Resistencia a la flexión del concreto con 15% de residuos de mármol a los 7, 14 y 28 días

Viga Nro.	Descripción	Edad (Días)	Dimensiones			Luz entre apoyos (cm)	Resultados	
			Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)		Carga (kg)	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Viga 15% Mármol	7	50	15	15	45	2791	37.2
2	Viga 15% Mármol	7	50	15	15	45	2848	38.0
3	Viga 15% Mármol	7	50	15	15	45	2776	37.0
4	Viga 15% Mármol	14	50	15	15	45	3239	43.2
5	Viga 15% Mármol	14	50	15	15	45	3260	43.5
6	Viga 15% Mármol	14	50	15	15	45	3177	42.4
7	Viga 15% Mármol	28	50	15	15	45	3702	49.4
8	Viga 15% Mármol	28	50	15	15	45	3763	50.2
9	Viga 15% Mármol	28	50	15	15	45	3781	50.4

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla anterior, el Mr del concreto a los 7 días es 37.2 kg/cm<sup>2</sup>, 38.0 kg/cm<sup>2</sup> y 37.0 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días es 43.2 kg/cm<sup>2</sup>, 43.5 kg/cm<sup>2</sup> y 42.4 kg/cm<sup>2</sup> y la resistencia a los 28 días es 49.4 kg/cm<sup>2</sup>, 50.2 kg/cm<sup>2</sup> y 50.4 kg/cm<sup>2</sup>.

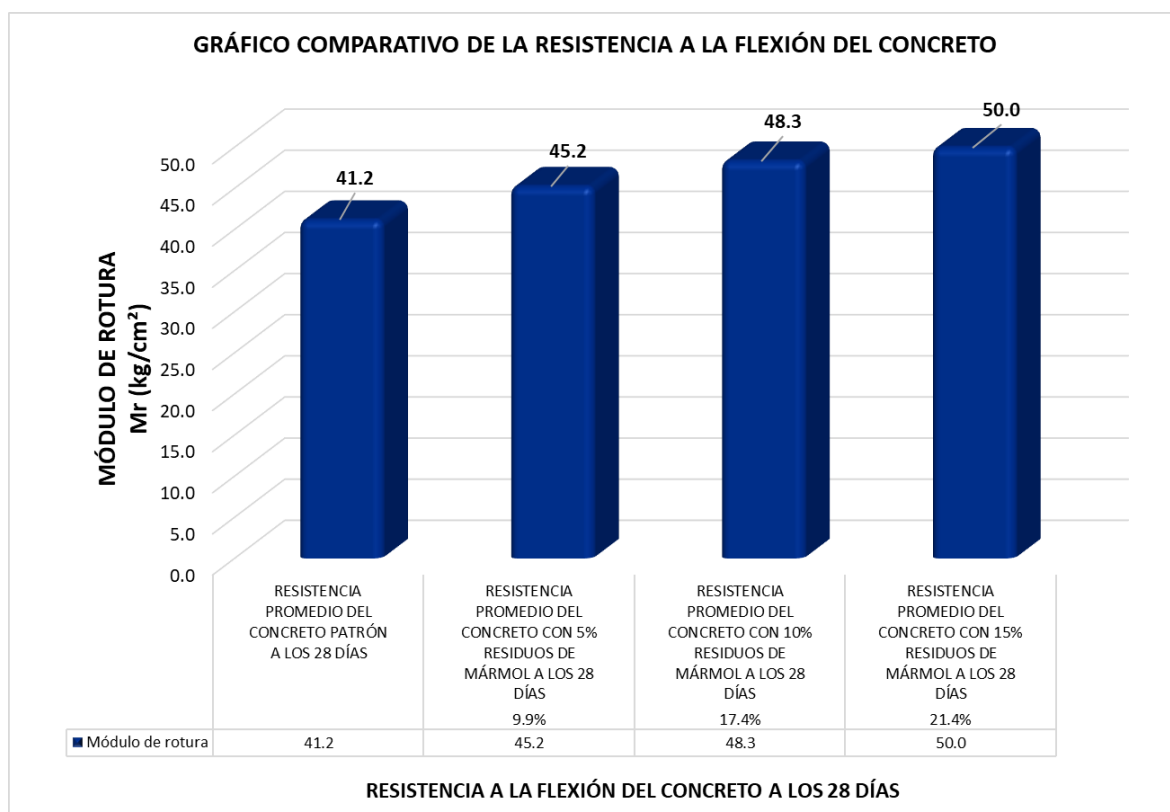


**Figura 23.** Comparación de la resistencia a la flexión del concreto con 15% de residuos de mármol

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura anterior la resistencia a la flexión del concreto a los 7 días alcanzó una resistencia promedio de 37.4 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días una resistencia promedio de 43.0 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente a los 28 días una resistencia promedio de 50 kg/cm<sup>2</sup>.

### Comparación de la resistencia a la flexión del concreto a los 28 días



*Figura 24.* Comparación de la resistencia a la flexión del concreto (patrón, 5%, 10% y 15%) a los 28 días

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, el módulo de rotura incrementa en la medida en que se realiza el reemplazo del agregado fino por residuos de mármol, la gráfica muestra que las vigas con 5%, 10% y 15% de residuos de mármol obtienen un incremento del 9.9%, 17.4% y 21.4% respectivamente con respecto al concreto patrón que obtuvo una resistencia promedio de 41.2 kg/cm<sup>2</sup> (4,04 Mpa) a los 28 días. Según los resultados brindados, las propiedades físicas y mecánicas que posee el mármol tienen un efecto positivo en la resistencia a la flexión.



## Constatación de hipótesis específica N°1 - trabajabilidad del concreto

### a) Prueba de hipótesis del asentamiento de la mezcla patrón con respecto a la mezcla con 15% de residuos de mármol.

- **Hipótesis Nula:** La adición del 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino no mejorará la trabajabilidad del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>.

- **Hipótesis Alternativa:** La adición del 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino mejorará la trabajabilidad del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 47.** Prueba de normalidad - trabajabilidad (15%)

MEZCLA		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ASENTAMIENTO	MEZCLA PATRÓN	,269	3	.	,949	3	,567
	MEZCLA CON 15% DE RESIDUOS DE MÁRMOL	,253	3	.	,964	3	,637

Fuente: Elaboración propia

La muestra es menor a 30, se realiza el contraste de normalidad mediante Shapiro-Wilk.

**Sig.>0.05.....**(La distribución es normal)

**Sig.<0.05.....**(La distribución no es normal)

Según la tabla 47, la sig. obtenida es 0.567 y 0.637 siendo mayor al 5%, indicando que los datos presentan una distribución normal, de tal modo se aplicará la prueba de t de student (muestras independientes).

**Tabla 48. Resumen estadístico - trabajabilidad (15%)**

Estadísticas de grupo					
	MEZCLA	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
ASENTAMIENTO	MEZCLA PATRÓN	3	4,0067	,05132	,02963
	MEZCLA CON 15% DE	3	6,2000	,09165	,05292
	RESIDUOS DE MÁRMOL				

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 49. Prueba t de student - trabajabilidad (15%)**

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
ASEN	Se	1,125	,349	-36,127	4	,000	-2,19333	,06064	-2,36171	-2,02496
TAMI	asumen									
ENTO	varianzas iguales									
	No se			-36,127	3,142	,000	-2,19333	,06064	-2,38150	-2,00517
	asumen									
	varianzas iguales									

Fuente: Elaboración propia

### Prueba de Levene para la igualdad de varianzas

**Sig.>0.05:** Las varianzas son iguales

**Sig.<0.05:** Las varianzas no son iguales

Según la prueba de Levene la sig.:  $0.349 > 0.05$ , de esto modo se conoce que las varianzas son iguales.

Según la tabla 49, la **sig. (bilateral) es: 0.000**, siendo menor al **0.05 (5%)**, por consiguiente, se acepta la hipótesis planteada de manera que se concluye que la adición del 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino mejora la trabajabilidad del concreto  $f'c: 210 \text{ kg/cm}^2$ .

## B) Prueba de hipótesis específica N°2 - resistencia a la compresión (28 días)

### a) Prueba de hipótesis de la resistencia a la compresión del concreto patrón con respecto al concreto con 15% de residuos de mármol.

- **Hipótesis Nula:** La adición del 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino no incrementará la resistencia a la compresión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>.

- **Hipótesis Alternativa:** La adición del 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino incrementará la resistencia a la compresión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 50.** Prueba de normalidad - resistencia a la compresión (15% mármol)

Resistencia		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	CONCRETO PATRÓN	,345	3	.	,839	3	,210
	CONCRETO CON 15% DE RESIDUOS DE MÁRMOL	,269	3	.	,949	3	,567

Fuente: Elaboración propia

La muestra es menor a 30, se realiza el contraste de normalidad mediante Shapiro-Wilk.

**Sig.>0.05.....**(La distribución es normal)

**Sig.<0.05.....**(La distribución no es normal)

Según la tabla 50, la sig. obtenida es 0.210 y 0.567 siendo mayor al 5%, indicando que los datos presentan una distribución normal, de tal modo se aplicará la prueba de t de student (muestras independientes).

**Tabla 51. Resumen estadístico - resistencia a la compresión (15% mármol)**

Estadísticas de grupo					
Resistencia	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	
RESISTENCIA A CONCRETO PATRÓN	3	222,1667	1,36504	,78811	
LA CONCRETO CON 15% DE COMPRESIÓN RESIDUOS DE MÁRMOL	3	262,7667	1,02632	,59255	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 52. Prueba t de student - resistencia a la compresión (15% mármol)**

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas				prueba t para la igualdad de medias				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Se asumen varianzas iguales	,590	,485	-41,176	4	,000	-40,60000	,98601	-43,33761	-37,86239
	No se asumen varianzas iguales			-41,176	3,714	,000	-40,60000	,98601	-43,42293	-37,77707

Fuente: Elaboración propia

### Prueba de Levene para la igualdad de varianzas

**Sig.>0.05:** Las varianzas son iguales

**Sig.<0.05:** Las varianzas no son iguales

Según la prueba de Levene la sig.:  $0.485 > 0.05$ , de esto modo se conoce que las varianzas son iguales.

Según la tabla 52, la **sig. (bilateral) es: 0.000**, siendo menor al **0.05 (5%)**, por consiguiente, se acepta la hipótesis planteada, de manera que se concluye que la adición del 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino incrementa la resistencia a la compresión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>.

### C) Prueba de hipótesis específica N°3 - resistencia a la flexión (28 días)

#### a) Prueba de hipótesis de la resistencia a la flexión del concreto patrón con respecto al concreto con 15% de residuos de mármol.

- **Hipótesis Nula:** La adición del 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino no incrementará la resistencia a la flexión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>

- **Hipótesis Alternativa:** La adición del 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino incrementará la resistencia a la flexión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 53.** Prueba de normalidad – resistencia a la flexión (15% mármol)

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Resistencia	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA	CONCRETO PATRÓN	,251	3	.	,966	3	,646
A LA FLEXIÓN	CONCRETO CON 15% DE RESIDUOS DE MÁRMOL	,302	3	.	,911	3	,420

Fuente: Elaboración propia

La muestra es menor a 30, se realiza el contraste de normalidad mediante Shapiro-Wilk.

**Sig.>0.05.....**(La distribución es normal)

**Sig.<0.05.....**(La distribución no es normal)

Según la tabla 53, la sig. obtenida es 0.646 y 0.420 siendo mayor al 5%, indicando que los datos presentan una distribución normal, de tal modo se aplicará la prueba de t de student (muestras independientes).

**Tabla 54. Resumen estadístico - resistencia a la flexión (15% mármol)**

Estadísticas de grupo				
Resistencia	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
RESISTENCIA A CONCRETO PATRÓN	3	41,1733	,19171	,22615
LA FLEXIÓN CONCRETO CON 15% DE RESIDUOS DE MÁRMOL	3	49.9800	,55018	,31765

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 55. Prueba t de student - resistencia a la flexión (15% mármol)**

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	Se asumen varianzas iguales	,635	,470	-22,585	4	,000	-8,80667	,38993	-9,88928	-7,72405
	No se asumen varianzas iguales			-22,585	3,613	,000	-8,80667	,38993	-9,93657	-7,67676

Fuente: Elaboración propia

### Prueba de Levene para la igualdad de varianzas

**sig.>0.05:** Las varianzas son iguales

**sig.<0.05:** Las varianzas no son iguales

Según la prueba de Levene la sig.:  $0.470 > 0.05$ , de esto modo se conoce que las varianzas son iguales.

Según la tabla 55, la **sig. (bilateral) es: 0.000**, siendo menor al **0.05 (5%)**, por consiguiente, se acepta la hipótesis planteada, de manera que se concluye que la adición del 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino incrementa la resistencia a la flexión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>.

## V. DISCUSIÓN

La presente investigación realizada tiene como objetivo principal evaluar la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de mármol, donde se ha aplicado las normas correspondientes a cada ensayo, a su vez los objetivos específicos conllevan a analizar la trabajabilidad del concreto mediante la medición del asentamiento de las mezclas y la resistencia a la compresión y flexión del concreto con la elaboración y rotura de muestras cilíndricas y prismáticas.

De los resultados obtenidos, se deduce lo siguiente:

Los resultados obtenidos del asentamiento del concreto en estado fresco según la NTP 339.035, se obtuvo un slump promedio de 4 pulgadas en la mezcla patrón, y un slump promedio de 4.5", 5" y 6.25" en la mezcla con el reemplazo parcial del 5%, 10% y 15% de arena gruesa por residuos de mármol respectivamente, indicando que a medida que se incrementa el reemplazo por residuos de mármol se obtiene un mayor revenimiento por ende una mejora en la trabajabilidad, así mismo Kore & Vyas (2017) en el artículo científico denominado: **Behavior of concrete using marble waste as coarse aggregate**, menciona que se presenta un cambio en la trabajabilidad del concreto al reemplazar en 20%, 40%, 60%, 80% y 100%, el agregado grueso natural por mármol, la trabajabilidad de todas las mezclas de concreto aumentó con un mayor proporción de reemplazo del agregado natural grueso por el agregado de residuos de mármol. De la misma forma en la investigación realizada por Parth & Amitkumar & Pitroda (2018) en su artículo científico denominado: **An experimental study on properties of concrete incorporating marble powder**, indican que la trabajabilidad del concreto con polvo de mármol aumenta más que el concreto normal. En esta investigación se añadió polvo de mármol en un rango de 5% y 10% en relación al peso del cemento incrementando de manera significativa el slump en la mezcla con 10% de polvo de mármol indicando que el polvo de mármol mejora la trabajabilidad. Los resultados encontrados en los estudios presentados fueron semejantes a los descritos debido a que los residuos de mármol tienen una baja absorción menor a la obtenida en la arena gruesa de la cantera Trapiche, lo que genera un aumento en el asentamiento permitiendo que la mezcla sea más trabajable.

Los resultados obtenidos mediante el ensayo de la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días por el concreto patrón es de 148 kg/cm<sup>2</sup>, 180.1 kg/cm<sup>2</sup> y 222.2 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, al sustituir el 5% de la arena gruesa por residuos de mármol se obtuvo un esfuerzo promedio de 152.7 kg/cm<sup>2</sup>, 180.8 kg/cm<sup>2</sup> y 232.8 kg/cm<sup>2</sup> a los 7, 14 y 28 días respectivamente, al sustituir el 10% de la arena gruesa por residuos de mármol se obtuvo un esfuerzo promedio de 155.9 kg/cm<sup>2</sup>, 183.4 kg/cm<sup>2</sup> y 239.9 kg/cm<sup>2</sup> a los 7, 14 y 28 días respectivamente y finalmente al sustituir el 15% de la arena gruesa por residuos de mármol se obtuvo un esfuerzo promedio de 184.2 kg/cm<sup>2</sup>, 209.9 kg/cm<sup>2</sup> y 262.8 kg/cm<sup>2</sup> a los 7, 14 y 28 días respectivamente, Asimismo, pero en esta ocasión adicionando los residuos de mármol en el concreto, los resultados obtenidos por Choquevilca (2017) en su tesis titulada: **Comparación de la resistencia mecánica a la compresión del concreto elaborado con residuos de mármol**, obtuvo como resultado que los residuos de mármol influyen en positivamente en la resistencia, el concreto patrón alcanzó una resistencia de 268.01 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, con 10% de residuos de mármol a los 28 días se obtuvo 279.18 kg/cm<sup>2</sup>. De la misma manera, reemplazando el cemento por polvo de mármol, los resultados obtenidos por YAMANEL, Kenan [et al] (2019), en el artículo científico denominado: **Influence of waste marble powder as a replacement of cement on the properties of mortar**, indican que el concreto sin polvo de mármol residual a los 7, 28 y 90 días, obtuvo 45.3 Mpa, 52.7 Mpa y 55.5 Mpa respectivamente, mientras que el concreto con 15% de polvo de mármol residual a los 7, 28 y 90 días, obtuvo 45.8 Mpa, 54.5 Mpa y 59.4 Mpa respectivamente, pero con 20% de polvo de mármol residual a los 7, 28 y 90 días, se obtuvo una baja en la resistencia con 45.6 Mpa, 53.5 Mpa y 49.1 Mpa respectivamente. Además, los resultados obtenidos por Belouadah, Rahmouni y Tebbal (2019), en el artículo científico denominado: **Influence of the addition of glass powder and marble powder on the physical and mechanical behavior of composite cement**, da como resultado que acrecentó la resistencia a compresión con el aumento del polvo de mármol con 10% y 15% de reemplazo en el cemento con el aumento de 16% de la resistencia en el caso de un cemento compuesto con mármol y vidrio. Los resultados encontrados en los estudios presentados fueron semejantes a los estudios descritos, aunque el mármol no tiene propiedades puzolánicas para su reemplazo en el cemento, ayuda a mejorar la resistencia a la



compresión obteniéndose resultados favorables.

Al realizar el ensayo de la resistencia a la flexión del concreto según la NTP 339.078, el módulo de rotura promedio alcanzado a los 7, 14 y 28 días por el concreto patrón es de 31.7 kg/cm<sup>2</sup> (3.11 Mpa), 35.8 kg/cm<sup>2</sup> (3.51 Mpa) y 41.2 kg/cm<sup>2</sup> (4.04 Mpa), respectivamente, al sustituir el 5% de la arena gruesa por residuos de mármol, a los 7, 14 y 28 días se obtuvo un módulo de rotura promedio de 34.4 kg/cm<sup>2</sup> (3.37 Mpa), 38.0 kg/cm<sup>2</sup> (3.73 Mpa) y 45.2 kg/cm<sup>2</sup> (4.44 Mpa), al sustituir el 10% de la arena gruesa por residuos de mármol, a los 7, 14 y 28 días se obtuvo un módulo de rotura promedio de 35.4 kg/cm<sup>2</sup> (3.47 Mpa), 41.4 kg/cm<sup>2</sup> (4.06 Mpa) y 48.3 kg/cm<sup>2</sup> (4.74 Mpa), al sustituir el 15% de la arena gruesa por residuos de mármol, a los 7, 14 y 28 días se obtuvo un módulo de rotura promedio de 37.4 kg/cm<sup>2</sup> (3.67 Mpa), 43.0 kg/cm<sup>2</sup> (4.22 Mpa) y 50.0 kg/cm<sup>2</sup> (4.90 Mpa) respectivamente, Así mismo, pero en esta ocasión empleando el polvo de mármol con respecto al peso del cemento, los resultados obtenidos por Kiran et al. (2020), en el artículo científico denominado: **Determination of strength properties of concrete with marble powder**, indican que se llegaron a realizar con 24 prismas ensayadas a los 7 y 28 días individualmente, observándose que el concreto de 10% y 20% de reemplazo del concreto con polvo de mármol tienen un Mr de 4.2 Mpa y 4.5 Mpa respectivamente, indicando una resistencia a la flexión alta a diferencia con el concreto inicial que obtuvo como resultado 4.1 Mpa. Sin embargo, el reemplazo del 30% de polvo de mármol en el concreto indicó una baja en la resistencia obteniéndose 4.1 Mpa. De la misma forma en la investigación realizada por Gopi R, Kaleeswari. y Dhanalakshmi (2017), en el artículo científico denominado: **Study on marble powder as partial replacement of cement in concrete**, indican que la resistencia del concreto a flexión en las edades: 7, 14 y 28 días incrementa con el polvo de mármol en el cemento hasta un 25%, obteniéndose para un reemplazo del cemento del 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25%, módulos de rotura de 5.68 Mpa, 5.56 Mpa, 5.92 Mpa, 6.28 Mpa, 5.83 Mpa, 5.14 Mpa respectivamente. Los resultados encontrados en los estudios presentados fueron semejantes a los estudios descritos, si bien es cierto uso del polvo de mármol en reemplazo del cemento, así como también el uso de los residuos de mármol reemplazando parcialmente la arena gruesa en 5%, 10% y 15% se obtienen módulos de rotura similares, evidenciando resultados favorables.

## VI. CONCLUSIONES

Se evaluó la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición del 5%, 10%, 15% de residuos de mármol, en el cual la resistencia del concreto tiende al incremento en la medida que se realiza el reemplazo de la arena por los residuos de mármol, con la adición del 15% de estos residuos se consiguió favorables resultados incrementando en un 18.3% y 21.4% la resistencia a la compresión y flexión respectivamente con respecto al concreto patrón.

De los resultados, se obtuvo las siguientes conclusiones:

La primera hipótesis específica es: "La adición del 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino mejorará la trabajabilidad del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>". Puesto que la sig. (p-valor) resultante mediante la prueba t de student es 0.000, este valor es menor a 0.05 (5%), de este modo, se acepta la hipótesis de la investigación, concluyendo que la adición de 15% de residuos de mármol mejora la trabajabilidad del concreto, pues los asentamientos obtenidos fueron los siguientes:

- El asentamiento promedio de la mezcla patrón es de 4 pulgadas
- El asentamiento promedio de la mezcla con 5% de residuos de mármol es de 4 1/2 pulgadas.
- El asentamiento promedio de la mezcla con 10% de residuos de mármol es de 5 pulgadas.
- El asentamiento promedio de la mezcla con 15% de residuos de mármol es de 6 1/4 pulgadas.

La segunda hipótesis específica de la investigación es: "La adición del 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino incrementará la resistencia a la compresión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>". Puesto que la sig. (p-valor) resultante mediante la prueba t de student es 0.000, este valor es menor a 0.05 (5%), de este modo, se acepta la hipótesis de la investigación, concluyendo que la adición de 15% de residuos de mármol incrementa la resistencia a la compresión del concreto, pues los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- La resistencia a la compresión del concreto patrón a los 28 días es de 222.2 kg/cm<sup>2</sup>
- La resistencia a la compresión del concreto con 5% de residuos de mármol a los 28 días es de 232.8 kg/cm<sup>2</sup>, incrementando en un 4.8% con respecto al patrón
- La resistencia a la compresión del concreto con 10% de residuos de mármol a los 28 días es de 239.9 kg/cm<sup>2</sup>, incrementando en un 8% con respecto al patrón
- La resistencia a la compresión del concreto con 15% de residuos de mármol a los 28 días es de 262.8 kg/cm<sup>2</sup>, incrementando en un 18.3% con respecto al patrón.

La tercera hipótesis específica de la investigación es: “La adición del 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino incrementará la resistencia a la flexión del concreto  $f'_c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>”. Puesto que la sig. (p-valor) resultante mediante la prueba t de student es 0.000, este valor es menor a 0.05 (5%), de este modo, se acepta la hipótesis de la investigación, concluyendo que la adición de 15% de residuos de mármol incrementa la resistencia a la flexión del concreto, pues los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- El módulo de rotura del concreto patrón a los 28 días es de 41.2 kg/cm<sup>2</sup>.
- El módulo de rotura del concreto con 5% de residuos de mármol a los 28 días es de 45.2 kg/cm<sup>2</sup>, incrementando en un 9.9% con respecto al patrón.
- El módulo de rotura del concreto con 10% de residuos de mármol a los 28 días es de 48.3 kg/cm<sup>2</sup>, incrementando en un 17.4% con respecto al patrón.
- El módulo de rotura del concreto con 15% de residuos de mármol a los 28 días es de 50.0 kg/cm<sup>2</sup>, incrementando en un 21.4% con respecto al patrón.

## VII. RECOMENDACIONES

Debido a la importancia de la presente investigación y para investigaciones posteriores se recomienda lo siguiente:

Primero:

Se recomienda que la recolección y posterior trituración de los residuos de mármol se realice de forma homogénea, esto debido a que la composición de las diferentes variedades y colores que presenta esta piedra presenten un cambio en su contenido de humedad, de esto modo influya en la trabajabilidad de la mezcla.

Segundo:

Se recomienda el reemplazo del 15% de la arena gruesa por residuos de mármol, ya que la resistencia a la compresión alcanzada es superior al concreto convencional en un 18.3% y sea empleado para fines estructurales, de la misma forma, se tenga en cuenta la medición de la resistencia a mayores edades que los realizados en la investigación con la finalidad de obtener resultados precisos.

Tercero:

Se recomienda el reemplazo del 15% de la arena gruesa por residuos de mármol, ya que la resistencia a la flexión calculado mediante el Módulo de rotura es superior al concreto convencional en un 21.4%, además es conveniente optar por porcentajes superiores a las de esta investigación con el fin de conocer si el módulo de rotura tiende a disminuir con el incremento del reemplazo de la arena

Cuarto:

Se recomienda la reutilización de residuos de mármol, debido a que contribuye con el medio ambiente, de esta manera se tiene una construcción sostenible, a su vez se tiene resultados favorables en las propiedades del concreto con un material que muchas veces es desechado.

## REFERENCIAS

1. ABAD, José y ROMERO, Jorge. "Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de concretos autocompactantes de altas prestaciones con la inclusión de fibras plásticas normalizadas y recicladas". Ecuador 2016.
2. ABANTO CASTILLO, Flavio. Tecnología del concreto. Teoría y Problemas. Perú: San Marcos, 2013. 244 pp. ISBN: 9786123020606.
3. ACI. 211.1-91. Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete (Reapproved 2009). USA: American Concrete Institute, 2009. 38 pp.
4. ACI. 318-19. Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary. USA: American Concrete Institute, 2019. 624 pp.
5. ASTM C29/C29M-17a. Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate. USA: American Society for Testing and Materials, 2017. 5 pp.
6. ASTM C39/C39M-09a. Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. USA: American Society for Testing and Materials, 2009. 7 pp.
7. ASTM C78/C78M-18b. Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading). USA: American Society for Testing and Materials, 2018. 5 pp.
8. ASTM C127-15. Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate. USA: American Society for Testing and Materials, 2015. 5 pp.
9. ASTM C128-15. Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate. USA: American Society for Testing and Materials, 2015. 6 pp.
10. ASTM C136/C136M-14. Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. USA: American Society for Testing and Materials, 2014. 5 pp.
11. ASTM C143/C143M-15a. Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete. USA: American Society for Testing and Materials, 2015. 4 pp.

12. ASTM C566-19. Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying. USA: American Society for Testing and Materials, 2019. 3 pp.
13. Barbosa, Maria, Santos, White y Gávio, Cláudia. High quality of mortar with marble waste aggregate. *Ambient. constr.* [en línea]. 2018, vol.18, n.2. [en línea]. Junio, 2018. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2019]. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212018000200387&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212018000200387&lng=en&nrm=iso). ISSN 1678-8621
14. Belachia, M. y Hebhouh, H. Valorization of marble waste in the manufacture of concrete. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.* [en línea]. 431(3):032005. Noviembre, 2018. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2019]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/328818278\\_Valorization\\_of\\_marble\\_waste\\_in\\_the\\_manufacture\\_of\\_concrete](https://www.researchgate.net/publication/328818278_Valorization_of_marble_waste_in_the_manufacture_of_concrete). ISSN:1757-899X
15. CATALAN GOÑI, Ariel. Hormigón Armado (Adaptado a La EHE 2008). 2ª ed. España: Editorial Bellisco, 2012. 465 pp. ISBN: 9788492970315
16. CASTILLO MILLA, Jhonatan. "Sustitución de 50% y 75% de agregado grueso por desperdicio de baldosas cerámicas en la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ". Huaraz 2018.
17. CASTILLO RODRIGUEZ, Wilbert & QUISPE CHARCA, Juan. "Propiedades mecánicas del concreto elaborado con adición de vidrio molido y cuarcita", Arequipa 2019.
18. CRUZ ORDUÑA, Alberth. "Comparación de la resistencia mecánica a la compresión del concreto elaborado con residuos de mármol". Huánuco 2017.
19. Belouadah, M., Rahmouni, Z. y Tebbal, N. (2019). "*Influence of the addition of glass powder and marble powder on the physical and mechanical behavior of composite cement*". Universidad de M'sila, [en línea]. 158. 366-375. 300 [Fecha de consulta: 02 de julio de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.064>. ISSN 1877-0509.

20. Gopi R, Kaleeswari. y Dhanalakshmi. G. (2017). Study on Marble Powder as Partial Replacement of Cement in Concrete. *Global Research and Development Journal for Engineering*. (vol. 2). 77-80. [en línea]. [Fecha de consulta: 30 de junio de 2020]. Disponible en: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/158779.pdf>. ISSN: 2455-5703
21. GULDEN CAGIN, Ulubeylia y TURHAN BILIRA, Recep (2016). Durability Properties of Concrete Produced by Marble Waste as Aggregate or Mineral Additives. [en línea]. V. 161. [consulta: 30 setiembre 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816329186>.
22. GUTIÉRREZ DE LÓPEZ, Libia. El Concreto y otros Materiales para la Construcción. 2° ed. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2003. 227 pp. ISBN 9589322824
23. HERNANDEZ, Enrique y GIL, Luisa Maria. Hormigón armado y pretensado: concreto reforzado y preesforzado. Madrid: IBERGARCETA PUBLICACIONES, 2014. 468 pp. ISBN:9788415452669
24. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. 6° ed. Metodología de la Investigación. México: Mcgraw-Hill, 2018. 752 pp. ISBN: 9781456223960
25. Instituto Americano del Concreto. Guía del contratista para la construcción en concreto de calidad. 3° ed. Estados Unidos: American Society of Concrete Contractors, 2015. 160 pp. ISBN-13: 978-0-87031-408-7
26. Jones S., Robert. "Gold in Ingeous, Sedimentary, and Metamorphic Rock", EE.UU.: Geological Servel, 1989. 35 pp.
27. Joshi, Parth & Raval, Amitkumar & Pitroda, Dr. Jayeshkumar. (2018). *An Experimental Study on Properties of Concrete Incorporating Marble Powder*. *International journal of innovative research in technology*. [en línea]. 4. 459-464. [Fecha de consulta: 30 de junio de 2020]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/341597977\\_An\\_Experimental\\_Study\\_on\\_Properties\\_of\\_Concrete\\_Incorporating\\_Marble\\_Powder](https://www.researchgate.net/publication/341597977_An_Experimental_Study_on_Properties_of_Concrete_Incorporating_Marble_Powder). ISSN: 2349- 6002.

28. KORE, Sudarshan & VYAS, Ashok (2017). *Behavior of Concrete Using Marble Waste as Coarse Aggregate*. [en línea]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/292149384\\_Behavior\\_of\\_Concrete\\_Using\\_Marble\\_Waste\\_as\\_Coarse\\_Aggregate](https://www.researchgate.net/publication/292149384_Behavior_of_Concrete_Using_Marble_Waste_as_Coarse_Aggregate) [consulta: 30 setiembre 2019].
29. Krishna, Sri. "Introduction to Civil Engineering". Chennai: Hitech Publishing Company Pvt Ltd, 2016. 350 pp.
30. Labi, Samuel. "Introduction to Civil Engineering Systems: A Systems Perspective to the Development of Civil Engineering Facilities". EE.UU.: Wiley, 2014. 1056 pp. ISBN: 978-0-470-53063-4w
31. MEDINA SÁNCHEZ., Eduardo. Construcción de Estructuras de Hormigón Armado en Edificación - 3ª ed. España: Editorial Bellisco, 2015. 510 pp. ISBN: 9788492970711
32. Norma Técnica Peruana 339.034. HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Perú: INACAL, 2015. 18 pp.
33. Norma Técnica Peruana 339.035. HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. Perú: INACAL, 2015. 13 pp.
34. Norma Técnica Peruana 339.078. CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. Perú: INACAL, 2017. 14 pp.
35. Norma Técnica Peruana 339.183. CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio. Perú: INACAL, 2018, 29 pp.
36. Norma Técnica Peruana 339.185. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Perú: INACAL, 2018. 13 pp.
37. Norma Técnica Peruana 400.012. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Perú: INACAL, 2018. 18 pp.
38. Norma Técnica Peruana 400.017. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. Perú: INACAL, 2016. 18 pp.



39. Norma Técnica Peruana 400.021. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. Perú: INACAL, 2018. 12 pp.
40. Norma Técnica Peruana 400.022. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Perú: INACAL, 2018. 25 pp.
41. Norma Técnica Peruana 400.037. AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. Perú: INACAL, 2018. 26 pp.
42. Ñaupas, H, et al. Metodología de la investigación: cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis. Ediciones de la U, 2014, 356 pp. ISBN: 9587621883
43. Ofuyatan, O, Olowofoyeku, A y Obatoki, J & Oluwafemi, John. Utilization of marble dust powder in concrete. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. [en línea]. Agosto, 2019. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2019]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/337225782\\_Utilization\\_of\\_marble\\_dust\\_powder\\_in\\_concrete](https://www.researchgate.net/publication/337225782_Utilization_of_marble_dust_powder_in_concrete). ISSN: 1757-899X
44. PALELLA, Sonto y MARTINS, Feliberto. 3° ed. Metodología de la investigación cuantitativa. Venezuela: Universidad Pedagógica Experimental Libertador (FEDUPEL), 2012. 285 pp. ISBN: 980-273-445-4
45. Perú: Un país minero lleno de oportunidades. Ministerio de Energía y Minas. Disponible en: <http://www.minem.gob.pe/detalle.php?idSector=1&idTitular=159&idMenu=sub149&idCateg=159>
46. Poloju, Kiran & Shill, Adesh & Albalushi, Abdul Rahman & MAWALY, SHADHA. (2020). Determination Of Strength Properties Of Concrete With Marble Powder. International Journal of Advanced Science and Technology. 29: 4004-4008. [en línea]. [Fecha de consulta: 30 de junio de 2020]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/342493532\\_Determination\\_Of\\_Strength\\_Properties\\_Of\\_Concrete\\_With\\_Marble\\_Powder](https://www.researchgate.net/publication/342493532_Determination_Of_Strength_Properties_Of_Concrete_With_Marble_Powder). ISSN: 2005-4238
47. Producción minera no metálica creció más de 150% en la última década. [en línea]. Gestion.pe. 29 de marzo de 2019. [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/produccion-minera-metalica-crecio-150-ultima-decada-262811-noticia/>.

48. QUILICHE, Jharol. Influencia del polvo de mármol y superplastificante sobre la compresión, porosidad, capacidad al paso y relleno de un concreto autocompactante, Trujillo 2018. Tesis, Trujillo 2018.
49. Quispe Boado, Ángel & Miranda Mego, Jary. "Influencia en la resistencia a la compresión del concreto convencional al sustituir agregado fino por plástico pet y caucho de llantas recicladas". Trujillo 2018.
50. Revisión sobre el uso de residuos de mármol, para elaborar materiales para la construcción por, Julio Roberto Betancourt Chávez [et al]. Revista de Arquitectura e Ingeniería, [en línea]. 9 (3): 1-12, 2015. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2019]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/308036774\\_Revision\\_sobre\\_el\\_uso\\_de\\_residuos\\_de\\_marmol\\_para\\_elaborar\\_materiales\\_para\\_la\\_construccion](https://www.researchgate.net/publication/308036774_Revision_sobre_el_uso_de_residuos_de_marmol_para_elaborar_materiales_para_la_construccion). ISSN 1990-8830
51. RIVVA LÓPEZ., Enrique. Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima: CAPÍTULO PERUANO ACI, 2000. 402 pp.
52. ROCAS ORNAMENTALES EN EL PERÚ (BOLETÍN N° 13): Mercados y Perspectivas [en línea]. Perú: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2019]. Disponible en: [https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/211/2/B-013-Boletin\\_Rocas\\_ornamentales\\_en\\_el\\_Peru.pdf](https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/211/2/B-013-Boletin_Rocas_ornamentales_en_el_Peru.pdf)
53. RONAK, Malpani y SACHILT, Jergakal. *Effect of Marble Sludge Powder and Quarry Rock Dust as Partial Replacement for Fine Aggregates on Properties of Concrete. Concrete Produced by Marble Waste as Aggregate or Mineral Additives*. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. [en línea]. 93: 543-348, 2014. [Fecha de consulta: 12 de octubre de 2019]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/320035770\\_Effect\\_of\\_Marble\\_Sludge\\_Powder\\_and\\_Quarry\\_Rock\\_Dust\\_as\\_Partial\\_Replacement\\_for\\_Fine\\_Aggregates\\_on\\_Properties\\_of\\_Concrete](https://www.researchgate.net/publication/320035770_Effect_of_Marble_Sludge_Powder_and_Quarry_Rock_Dust_as_Partial_Replacement_for_Fine_Aggregates_on_Properties_of_Concrete). ISSN: 2278-3075
54. Rozalen, M, Polo, M y Ruiz, A. *Waste marble dust: An interesting residue to produce cement. Construction and Building Materials*. [en línea]. [Fecha de consulta: 21 de octubre de 2019]. Disponible en:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061819316940>. ISSN: 0950-0618

55. Santos A., Villegas N y Betancourt J.R. *Residuos de mármol como insumo en la construcción civil-diagnóstico de la Comarca Lagunera*. Revista de la Construcción. [en línea]. 11 (2): 17-26, 2012. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2012000200003>. ISSN: 0718-915X
56. Shetty M. S. *“Concrete Technology Theory and Practice”*, New Delhi: S. Chand & Company Ltd, 2000. 624 pp.
57. TOUBAL, Nadhir. [et al]. Valorization of Marble Waste in Cement-Based Materials. Reference Module in Materials Science and Materials Engineering. [en línea]. Diciembre, 2018. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.11446-8>. ISBN: 9780128035818
58. Tuğrul Tunç, Esra. Recycling of marble waste: A review based on strength of concrete containing marble waste. Journal of Environmental Management. [en línea]. 231 (86-97). Febrero, 2019. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030147971831168X>. ISSN: 0301-4797.
59. ULUBEYLI, Gulden, BILIR, Turhan y ARTIR, Recep. *Durability Properties of Concrete Produced by Marble Waste as Aggregate or Mineral Additives*. Revista científica de Ingeniería, [en línea]. 161: 543-548, 2016. [Fecha de consulta: 03 de septiembre de 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.689>. ISSN: 1877-7058
60. Ur-Rehman, Waheed [et al]. Utilization of marble waste slurry in the preparation of bricks. [en línea]. Junio, 2018. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2019]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/325711319\\_Utilization\\_of\\_marble\\_waste\\_slurry\\_in\\_the\\_preparation\\_of\\_bricks](https://www.researchgate.net/publication/325711319_Utilization_of_marble_waste_slurry_in_the_preparation_of_bricks).
61. VASQUEZ FAUSTINO, Abraham. “Evaluación de la proporción óptima con ceniza de cal para la obtención de bloques de concreto tipo NP, elaborados con maquinaria semi industrial vibro-compactadora en la ciudad de Cerro de Pasco - 2018”, Cerro de Pasco 2018.

62. YAMANEL, Kenan [et al]. *Influence of waste marble powder as a replacement of cement on the properties of mortar*. Revista de la Construcción [en línea]. 2019, vol.18, n.2, pp. 290-300 [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2019]. Disponible en:  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718915X2019000200290&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718915X2019000200290&lng=es&nrm=iso). ISSN: 0718-915X

## **Anexo 1. Declaratoria de autenticidad (autores)**

### **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Luis Alberto Taquiri Pillaca identificado con DNI N° 75605081, de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo

Yo, Ian Andy Arimana Huamaní, identificado con DNI N°76272553, de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo

Declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulada “Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto f’c: 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de mármol, Lima 2020” son:

1. De nuestra autoría
2. La presente Tesis no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. La Tesis no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en la presente Tesis son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

Taquiri Pillaca, Luis Alberto  
Apellidos y nombres del autor

DNI: 75605081

Arimana Huamaní, Ian Andy  
Apellidos y nombres del autor

DNI:76272553

**Anexo 2.** Declaratoria de autenticidad (asesor)  
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, .....,  
docente de la Facultad / Escuela de Posgrado ..... y  
Escuela Profesional / Programa Académico ..... de la Universidad  
César Vallejo ..... (filial o sede), revisor (a) del trabajo de investigación  
/ ..... tesis ..... titulado(a):  
“ .....  
.....” del (de los)  
estudiante(s) .....,  
constato que la investigación tiene un índice de similitud de .....% verificable  
en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros,  
ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y he concluido que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha, .....

.....  
Apellidos y nombres del (de la) docente  
DNI: .....

### Anexo 3. Matriz de consistencia

**Título:** Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de mármol, Lima 2020

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Con la adición del 5%, 10%, 15% de residuos de mármol incrementará la resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c$ : 210 kg/cm <sup>2</sup> ?	Evaluar la resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c$ : 210 kg/cm <sup>2</sup> , mediante la adición del 5%, 10%, 15% de residuos de mármol	La adición del 15% de residuos de mármol incrementará la resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c$ : 210 kg/cm <sup>2</sup> .	INDEPENDIENTE - Residuos de mármol	Propiedades del mármol	Peso Específico y absorción	TIPO: Aplicada  ENFOQUE: Cuantitativo  NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Explicativa
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>			Granulometría	
¿Con la adición del 5%, 10% y 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino mejorará la trabajabilidad del concreto $f'c$ : 210 kg/cm <sup>2</sup> ?	Analizar la trabajabilidad del concreto $f'c$ : 210 kg/cm <sup>2</sup> , mediante la adición del 5%, 10% y 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino.	La adición del 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino mejorará la trabajabilidad del concreto $f'c$ : 210 kg/cm <sup>2</sup> .	DEPENDIENTE - Resistencia del concreto.	Propiedades del concreto en estado fresco	Asentamiento	POBLACIÓN: Concreto con resistencia $f'c$ : 210 kg/cm <sup>2</sup> con adición de 5%, 10% y 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino.  MUESTRA: 36 probetas (compresión) 36 vigas (flexión)  MUESTREO: No Probabilístico
¿Con la adición del 5%, 10% y 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino incrementará la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ : 210 kg/cm <sup>2</sup> ?	Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ : 210 kg/cm <sup>2</sup> , mediante la adición del 5%, 10% y 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino.	La adición del 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino incrementará la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ : 210 kg/cm <sup>2</sup> .			Resistencia a la compresión a los 7, 14, 28 días	
¿Con la adición del 5%, 10% y 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino incrementará la resistencia a la flexión del concreto $f'c$ : 210 kg/cm <sup>2</sup> ?	Calcular la resistencia a la flexión del concreto $f'c$ : 210 kg/cm <sup>2</sup> , mediante la adición del 5%, 10% y 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino.	La adición del 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino incrementará la resistencia a la flexión del concreto $f'c$ : 210 kg/cm <sup>2</sup>			Resistencia a la flexión a los 7, 14, 28 días	

Fuente: Elaboración propia.

#### Anexo 4. Matriz de operacionalización de variables

IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	NIVEL DE MEDICION	ESCALA DE MEDICION
Variable Independiente: Residuos de mármol	El mármol es una roca caliza compacta y metamórfica que a alta temperatura y presión logra un alto grado de cristalización. El componente principal del mármol es la calcita (CaCO <sub>3</sub> ), cuyo contenido supera el 90%; Otros componentes (arcilla, cuarzo, mica, pirita, óxido de hierro, entre otros) consideradas impurezas son aquellos que le dan al mármol una amplia variedad de colores y determinan sus propiedades físicas (Betancourt C., Julio [et al]. 2015, p. 3).	El mármol es una roca caliza metamórfica constituida esencialmente por calcita cristalizada y minerales que le brinda las características de un brillo cristalino, poseen una gran resistencia frente a agentes atmosféricos. El mármol se utiliza principalmente en la construcción, decoración y escultura. A veces es translúcido, de diferentes colores, entre los que más frecuentemente se encuentran son: el blanco, marrón, rojo, verde, negro, gris, azul amarillo y diversas configuraciones o mezclas ente ellas.	Propiedades del mármol	Peso Específico y absorción Peso Unitario Granulometría Contenido de humedad	g/cm <sup>3</sup> y % kg/m <sup>3</sup> mm %	Razón
Variable dependiente: Resistencia del concreto	Es calculada mediante la aplicación de una carga axial constante a las probetas cilíndricas moldeadas dentro de un período de tiempo hasta que se produzca la falla, esta carga es aplicada sobre el área de la muestra y se tiene en cuenta el tipo de falla producida (NTP 339.034, 2015, p. 3).  Para realizar el ensayo se puede emplear diferentes tamaños de muestra. Sin embargo, lo más recomendable es que la muestra debe tener una sección transversal cuadrada y una longitud igual a tres veces la profundidad de la muestra. Las dimensiones típicas son 0.15m x 0.15m de sección transversal y una longitud de 0.50 m o incluso de 0.10m x 0.10m y 0.30 m de longitud (Mamlouk y Zaniewski, 2009, p 12).	La resistencia a la compresión es la característica mecánica más importante del hormigón. Se define como la capacidad de soportar una carga de área unitaria y se expresa en esfuerzo, generalmente en kg/cm <sup>2</sup> , en MPa o en libras por pulgada cuadrada. Los resultados de las pruebas se utilizan principalmente para determinar si la composición de concreto dado cumple con los requisitos de resistencia especificados (f'c). Las probetas se elaboran y ensayan de acuerdo con los métodos descritos en la norma ASTM C31 y su similar la NTP 339.034.  La resistencia a la flexión del concreto es la medida de la resistencia a la rotura de una viga o losa. Se mide aplicando una carga en vigas de 150 x 150 mm y al menos tres veces el largo. La resistencia a la flexión se expresa como un módulo de rotura (MR) en libras por pulgada cuadrada (MPa) o Kg/cm <sup>2</sup> y se determina mediante los métodos de prueba ASTM C78 (carga aplicada a un tercio de la longitud de la viga) o ASTM C293 (carga aplicada en el centro de la viga).	Propiedades del concreto en estado fresco  Propiedades del concreto en estado endurecido	Consistencia Trabajabilidad  Resistencia a la compresión: 7, 14, 28 Días  Resistencia a la flexión: 7, 14, 28 Días	Slump  - Poco trabajable - Trabajable - Muy trabajable  F'c: kg/cm <sup>2</sup>  Módulo de Rotura kg/cm <sup>2</sup> , Mpa.	Razón  Razón

Fuente: Elaboración propia.



## Anexo 5. Validez y confiabilidad del instrumento

### “Año de la Universalización de la Salud”

Lima, mayo de 2020

Apreciado investigador:

Por el presente, reciba usted un cordial saludo a nombre de la Universidad Cesar Vallejo, luego para manifestarle que nos encontramos desarrollando la tesis titulada: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f_c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de mármol".

Por lo que conocedores de su trayectoria profesional, le solicito su opinión para la evaluación del siguiente instrumento "Cuestionario sobre la confiabilidad de los Ensayos de Agregados y del concreto para el desarrollo de la tesis"

Agradeciéndole de anticipado su gentil colaboración como experto

.....

.....

.....  
Nombre y Firma del investigador

.....  
Nombre y Firma del investigador

Adjunto:

- Instrumento de investigación. (cuestionario)
- Juicio de experto sobre la pertinencia del instrumento

**JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO**

Apellidos y nombres del experto

LINA MESA MAZINO RICARDO

Fecha:

23-11-19

Título del proyecto de Investigación

"Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del  
concreto f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de  
mármol"

Mediante la tabla de evaluación de expertos usted tiene la facultad de evaluar cada uno de los ítems marcando con una "X" en las columnas Deficiente, Aceptable o Excelente, así mismo le exhortamos en la corrección de los ítems indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las siguientes.

VARIABLE	DIMENSION	ITEM	Deficiente	Aceptable	Excelente
- INDEPENDIENTE Residuos de mármol	Propiedades del Mármol	Peso Específico y absorción		X	
		Peso Unitario		X	
		Granulometría		X	
		Contenido de humedad		X	
- DEPENDIENTE Resistencia a compresión del concreto.	Propiedades del concreto en estado fresco	Propiedades de los agregados F. y G. y Diseño de mezcla		X	
		Asentamiento		X	
		Trabajabilidad		X	
- DEPENDIENTE Resistencia a flexión del concreto.	Propiedades del concreto en estado endurecido	Resistencia a compresión 7, 14, 28 Días		X	
		Resistencia a flexión 7, 14, 28 Días		X	

OBSERVACIONES Y/O SUGERENCIAS:

---



---



---



---



---

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo LUNA MEJIA MARINO PICARDO, CIP N° 64421, como Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación del instrumento a los efectos de su aplicación al personal que estudia el proyecto de investigación titulado:

"Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto f'c: 210 kg/cm2, mediante la adición de residuos de mármol"

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	Deficiente	Aceptable	Excelente
Congruencia de los items		X	
Amplitud de conocimientos		X	
Redacción de items		X	
Precisión y Calidad		X	
Pertinencia		X	
TOTAL			

Lima, 23 de Noviembre del 2019.

FIRMA DEL VALIDADOR

DNI: Marino Luna Mejía  
10145720

JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

Apellidos y nombres del experto

Mg. CHOQUE FLORES Leopoldo

Fecha:

21-11-19

Título del proyecto de Investigación

"Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del  
concreto f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de  
mármol"

Mediante la tabla de evaluación de expertos usted tiene la facultad de evaluar a cada una de las preguntas marcando con una "X" en las columnas SI o NO, calificar así mismo le exhortamos en la corrección de los ítems indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las siguientes.

VARIABLE	DIMENSION	ITEM	Deficiente	Aceptable	Excelente
- INDEPENDIENTE Residuos de mármol	Propiedades del Mármol	Peso Específico y absorción		✓	
		Peso Unitario		✓	
		Granulometría		✓	
		Contenido de humedad		✓	
- DEPENDIENTE Resistencia a compresión del concreto.	Propiedades del concreto en estado fresco	Propiedades de los agregados F. y G. y Diseño de mezcla		✓	
		Asentamiento		✓	
		Trabajabilidad		✓	
	Propiedades del concreto en estado endurecido	Resistencia a compresión 7, 14, 28 Días		✓	
- DEPENDIENTE Resistencia a flexión del concreto.	Propiedades del concreto en estado endurecido	Resistencia a flexión 7, 14, 28 Días		✓	

OBSERVACIONES Y/O SUGERENCIAS:

---



---



---



---



---

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo LEOPOLDO CHOQUE FLORES, CIP N°  
184345, como Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación del instrumento a los efectos de su aplicación al personal que estudia el proyecto de investigación titulado:

"Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del  
concreto f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de  
mármol"

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	Deficiente	Aceptable	Excelente
Congruencia de los ítems		✓	
Amplitud de conocimientos		✓	
Redacción de ítems		✓	
Precisión y Calidad		✓	
Pertinencia		✓	
TOTAL			

Lima, 21 de NOVIEMBRE del 2019.

  
FIRMA DEL VALIDADOR  
DNI: 42289035

**JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO**

Apellidos y nombres del experto

CLEMENTE CONDORI LUIS JIMMY

Fecha:

23-NOV-2019

Título del proyecto de Investigación

"Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del  
concreto f'c: 210 kg/cm2, mediante la adición de residuos de  
mármol"

Mediante la tabla de evaluación de expertos usted tiene la facultad de evaluar cada uno de los ítems marcando con una "X" en las columnas Deficiente, Aceptable o Excelente, así mismo le exhortamos en la corrección de los ítems indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las siguientes.

VARIABLE	DIMENSION	ITEM	Deficiente	Aceptable	Excelente
- INDEPENDIENTE Residuos de mármol	Propiedades del Mármol	Peso Específico y absorción			X
		Peso Unitario			X
		Granulometría			X
		Contenido de humedad			X
- DEPENDIENTE Resistencia a compresión del concreto.	Propiedades del concreto en estado fresco	Propiedades de los agregados F. y G. y Diseño de mezcla			X
		Asentamiento			X
		Trabajabilidad			X
	Propiedades del concreto en estado endurecido	Resistencia a compresión 7, 14, 28 Días		X	
- DEPENDIENTE Resistencia a flexión del concreto.	Propiedades del concreto en estado endurecido	Resistencia a flexión 7, 14, 28 Días		X	

OBSERVACIONES Y/O SUGERENCIAS:

Hacer reajustes sugeridos en dimensión e ITEM

---



---



---



---

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo CLEMENTE CONDORI LUIS JIMMY, CIP N° 92196, como Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación del instrumento a los efectos de su aplicación al personal que estudia el proyecto de investigación titulado:

"Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto f'c: 210 kg/cm2, mediante la adición de residuos de mármol"

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	Deficiente	Aceptable	Excelente
Congruencia de los items			X
Amplitud de conocimientos			X
Redacción de items			X
Precisión y Calidad		X	
Pertinencia			X
TOTAL		01	04

Lima, 23 de NOVIEMBRE del 2019.

FIRMA DEL VALIDADOR

DNI: 09957407

## JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

Apellidos y nombres del experto  
TACZA ZEVALLOS JOHN NELINHO

Fecha: 14 DE MAYO DEL 2020

CIP: 121824

### "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto f'c: 210 kg/cm2, mediante la adición de residuos de mármol"

Mediante la siguiente tabla marcando con una "X", usted tiene la facultad de evaluar cada uno de los ítems que cree conveniente de acuerdo a su criterio y experiencia profesional, denotando si cumple o no cumple con los requisitos mismos para su posterior aplicación, así mismo le exhortamos en la corrección de los ítems indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia.

Para cada pregunta se considera la escala de 1 a 3 donde:

DEFICIENTE	1
ACEPTABLE	2
EXCELENTE	3

N.	ITEMS	1	2	3
1	¿En su experiencia usted está de acuerdo que es necesario determinar el <u>peso específico</u> del agregado debido a la relación que tiene su peso respecto al peso de un volumen absoluto igual de agua y el <u>% de absorción</u> misma que es la cantidad de agua que absorbe el agregado para concreto, con respecto al peso seco de la arena?			X
2	¿En su experiencia afirmaría que es indispensable conocer el <u>Peso Unitario</u> de los agregados debido a que la angularidad y mayores tamaños aumenta el contenido de vacíos?			X
3	¿En su experiencia usted podría afirmar que es indispensable conocer el <u>Contenido de Humedad</u> de los agregados para que la mezcla final no afecte las propiedades del concreto?			X
4	¿Es importante conocer la <u>granulometría</u> de los agregados?			X
5	¿En su experiencia usted cree que el ensayo de <u>consistencia</u> del concreto en estado fresco es indispensable?			X
6	Para el proyecto de empleó 4 probetas para realizar la rotura a los 7, 14 y 28 días. ¿En su experiencia usted podría afirmar que es correcta la cantidad de ensayos a realizar para determinar la <u>Resistencia a Compresión</u> del concreto? Según noma técnica peruana, mínimo 3 probetas			X
7	Para el proyecto de empleó 4 vigas para realizar la rotura a los 28 días. ¿Cree usted que es correcta la cantidad de ensayos a realizar para determinar la <u>Resistencia a Flexión</u> del concreto? Según noma técnica peruana, mínimo 3 muestras			X
8	¿En su experiencia usted podría afirmar que al reemplazar un determinado porcentaje del agregado fino por residuos de mármol incrementaría la resistencia a compresión del concreto?			X
9	¿En su experiencia usted podría afirmar que al reemplazar un determinado porcentaje del agregado fino por residuos de mármol mejoraría la resistencia a flexión del concreto?		X	

OBSERVACIONES Y/O SUGERENCIAS:

---



---



---



## VALIDEZ DE CONTENIDO (CVC) - JUICIO DE EXPERTOS

**TESIS** : Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto f'c: 210 kg/cm2, mediante la adición de residuos de mármol

**NOMBRE DE LOS INVESTIGADORES** : Luis Alberto Taquiri Pillaca / Ian Andy Arimana Huamani

**NUMERO DE JUECES** 5

**ESCALA** 1 = DEFICIENTE 2 = ACEPTABLE 3 = EXCELENTE

ITEM	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Asesor	Investigadores	Sxi	Mx	CVC <sub>i</sub>	P <sub>ei</sub>	CVC <sub>te</sub>
1	2	2	3	3	3	13.00	4.33	0.87	0.00032	0.866
2	2	2	3	3	3	13.00	4.33	0.87	0.00032	0.866
3	2	2	3	3	3	13.00	4.33	0.87	0.00032	0.866
4	2	2	3	3	3	13.00	4.33	0.87	0.00032	0.866
5	2	2	3	3	3	13.00	4.33	0.87	0.00032	0.866
6	2	2	3	3	3	13.00	4.33	0.87	0.00032	0.866
7	2	2	3	3	3	13.00	4.33	0.87	0.00032	0.866
8	2	2	2	3	3	12.00	4.00	0.80	0.00032	0.800
9	2	2	2	2	3	11.00	3.67	0.73	0.00032	0.733
<b>CVCtc TOTAL</b>										<b>0.844</b>

## Confiabilidad

IBM SPSS Statistics Editor de datos

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	ID	Numérico	8	0		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
2	Cuestionario	Numérico	8	0	Cuestionario de confiabilidad de los instrumentos de recolección...	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
3	P1	Numérico	8	0	¿En su experiencia usted está de acuerdo que es necesario ...	{1, DEFICIENTE}...	Ninguno	10	Derecha	Nominal	Entrada
4	P2	Numérico	8	0	¿En su experiencia afirmaría que es indispensable conocer el...	{1, DEFICIENTE}...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
5	P3	Numérico	8	0	¿En su experiencia usted podría afirmar que es indispensable...	{1, DEFICIENTE}...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
6	P4	Numérico	8	0	¿Es importante conocer la granulometría de los agregados?	{1, DEFICIENTE}...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
7	P5	Numérico	8	0	¿En su experiencia usted cree que el ensayo de consistencia...	{1, DEFICIENTE}...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
8	P6	Numérico	8	0	Para el proyecto de empleo 4 probetas para realizar la rotura a lo...	{1, DEFICIENTE}...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
9	P7	Numérico	8	0	¿En su experiencia usted cree que el ensayo de consistencia...	{1, DEFICIENTE}...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
10	P8	Numérico	8	0	¿En su experiencia usted podría afirmar que al reemplazar un...	{1, DEFICIENTE}...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
11	P9	Numérico	8	0	¿En su experiencia usted podría afirmar que al reemplazar un...	{1, DEFICIENTE}...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada

### Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	5	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	5	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

### Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,967	,967	9

### Estadísticas de elemento de resumen

	Media	Mínimo	Máximo	Rango	Máximo / Mínimo	Varianza
Medias de elemento	2,422	2,400	2,600	,200	1,083	,004
Varianzas de elemento	,300	,300	,300	,000	1,000	,000

### Estadísticas de elemento de resumen

	N de elementos
Medias de elemento	9
Varianzas de elemento	9

### Estadísticas de elemento

	Media	Desviación estándar	N
¿En su experiencia usted está de acuerdo que es necesario determinar el peso específico del agregado debido a la relación que tiene su peso respecto al peso de un volumen absoluto igual de agua y el % de absorción misma que es la cantidad de agua que absorbe el agregado para concreto, con respecto al peso seco de la arena?	2,40	,548	5
¿En su experiencia afirmar que es indispensable conocer el Peso Unitario de los agregados debido a que la angularidad y mayores tamaños aumenta el contenido de vacíos?	2,40	,548	5
¿En su experiencia usted podría afirmar que es indispensable conocer el Contenido de Humedad de los agregados para que la mezcla final no afecte las propiedades del concreto??	2,40	,548	5
¿Es importante conocer la granulometría de los agregados?	2,40	,548	5
¿En su experiencia usted cree que el ensayo de consistencia del concreto en estado fresco es indispensable?	2,40	,548	5
Para el proyecto de empleo 4 probetas para realizar la rotura a los 7, 14 y 28 días. ¿En su experiencia usted podría afirmar que es correcta la cantidad de ensayos a realizar para determinar la resistencia a la compresión del concreto? Según norma técnica pe	2,40	,548	5
Para el proyecto de empleo 4 vigas para realizar la rotura a los 28 días. ¿Cree usted que es correcta la cantidad de ensayos a realizar para calcular la resistencia a la Flexión del concreto? Según norma técnica peruana, mínimo 3 muestras	2,40	,548	5
¿En su experiencia usted podría afirmar que al reemplazar un determinado porcentaje del agregado fino por residuos de mármol incrementaría la resistencia a compresión del concreto?	2,60	,548	5
¿En su experiencia usted podría afirmar que al reemplazar un determinado porcentaje del agregado fino por residuos de mármol mejoraría la resistencia a flexión del concreto?	2,40	,548	5

### Estadísticas de total de elemento

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
¿En su experiencia usted está de acuerdo que es necesario determinar el peso específico del agregado debido a la relación que tiene su peso respecto al peso de un volumen absoluto igual de agua y el % de absorción misma que es la cantidad de agua que absorbe el agregado para concreto, con respecto al peso seco de la arena?	19,40	14,800	,973	.	,958
¿En su experiencia afirmarí que es indispensable conocer el Peso Unitario de los agregados debido a que la angularidad y mayores tamaños aumenta el contenido de vacíos?	19,40	14,800	,973	.	,958
¿En su experiencia usted podría afirmar que es indispensable conocer el Contenido de Humedad de los agregados para que la mezcla final no afecte las propiedades del concreto??	19,40	14,800	,973	.	,958
¿Es importante conocer la granulometría de los agregados?	19,40	14,800	,973	.	,958
¿En su experiencia usted cree que el ensayo de consistencia del concreto en estado fresco es indispensable?	19,40	14,800	,973	.	,958
Para el proyecto de empleó 4 probetas para realizar la rotura a los 7, 14 y 28 días. ¿En su experiencia usted podría afirmar que es correcta la cantidad de ensayos a realizar para determinar la Resistencia a Compresión del concreto? Según NTP	19,40	14,800	,973	.	,958
Para el proyecto de empleó 4 vigas para realizar la rotura a los 28 días. ¿Cree usted que es correcta la cantidad de ensayos a realizar para calcular la resistencia a la Flexión del concreto? Según norma técnica peruana, mínimo 3 muestras	19,40	14,800	,973	.	,958
¿En su experiencia usted podría afirmar que al reemplazar un determinado porcentaje del agregado fino por residuos de mármol incrementaría la resistencia a compresión del concreto?	19,20	15,700	,737	.	,968
¿En su experiencia usted podría afirmar que al reemplazar un determinado porcentaje del agregado fino por residuos de mármol mejoraría la resistencia a flexión del concreto?	19,40	17,800	,238	.	,989

# Anexo 6. Normas ASTM C143, C39, C78 y NTP 339.078, 339.034, 339.035, 400.037, 400.012, 339.183.



Designation: C143/C143M – 10

## Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation C143/C143M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reappraisal. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reappraisal.

*This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.*

### 1. Scope\*

1.1 This test method covers determination of slump of hydraulic-cement concrete, both in the laboratory and in the field.

1.2 The values stated in either SI units or inch-pound units are to be regarded separately as standard. Within the text, the SI units are shown in brackets. The values stated in each system may not be exact equivalents; therefore, each system shall be used independently of the other. Combining values from the two systems may result in non-conformance with the standard.

1.3 The text of this standard references notes and footnotes which provide explanatory material. These notes and footnotes (excluding those in tables and figures) shall not be considered as requirements of the standard.

1.4 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use. (Warning—Fresh hydraulic cementitious mixtures are caustic and may cause chemical burns to skin and tissue upon prolonged exposure.)*<sup>2</sup>

### 2. Referenced Documents

2.1 *ASTM Standards:*<sup>3</sup>

C31/C31M Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field

C138/C138M Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete

C172 Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete

C173/C173M Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Volumetric Method

C231 Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

C670 Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

### 3. Summary of Test Method

3.1 A sample of freshly mixed concrete is placed and compacted by rodding in a mold shaped as the frustum of a cone. The mold is raised, and the concrete allowed to subside. The vertical distance between the original and displaced position of the center of the top surface of the concrete is measured and reported as the slump of the concrete.

### 4. Significance and Use

4.1 This test method is intended to provide the user with a procedure to determine slump of plastic hydraulic-cement concretes.

NOTE 1—This test method was originally developed to provide a technique to monitor the consistency of unhardened concrete. Under laboratory conditions, with strict control of all concrete materials, the slump is generally found to increase proportionally with the water content of a given concrete mixture, and thus to be inversely related to concrete strength. Under field conditions, however, such a strength relationship is not clearly and consistently shown. Care should therefore be taken in relating slump results obtained under field conditions to strength.

4.2 This test method is considered applicable to plastic concrete having coarse aggregate up to 1½ in. [37.5 mm] in size. If the coarse aggregate is larger than 1½ in. [37.5 mm] in size, the test method is applicable when it is performed on the fraction of concrete passing a 1½-in. [37.5-mm] sieve, with the larger aggregate being removed in accordance with the section titled “Additional Procedure for Large Maximum Size Aggregate Concrete” in Practice C172.

4.3 This test method is not considered applicable to non-plastic and non-cohesive concrete.

NOTE 2—Concretes having slumps less than ½ in. [15 mm] may not be adequately plastic and concretes having slumps greater than about 9 in.

<sup>1</sup> This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee C09 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.60 on Testing Fresh Concrete.

Current edition approved Feb. 1, 2010. Published March 2010. Originally approved in 1922. Last previous edition approved in 2009 as C143/C143M-09. DOI: 10.1520/C0143\_C0143M-10.

<sup>2</sup> Section on Safety Precautions, Manual of Aggregate and Concrete Testing, *Annual Book of ASTM Standards*, Vol. 04.02.

<sup>3</sup> For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, [www.astm.org](http://www.astm.org), or contact ASTM Customer Service at [service@astm.org](mailto:service@astm.org). For *Annual Book of ASTM Standards* volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

\*A Summary of Changes section appears at the end of this standard.



Designation: C78/C78M – 18

## Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation C78/C78M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

*This standard has been approved for use by agencies of the U.S. Department of Defense.*

### 1. Scope\*

1.1 This test method covers the determination of the flexural strength of concrete by the use of a simple beam with third-point loading.

1.2 The values stated in either SI units or inch-pound units are to be regarded separately as standard. The values stated in each system may not be exact equivalents; therefore, each system shall be used independently of the other. Combining values from the two systems may result in non-conformance with the standard.

1.3 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety, health, and environmental practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

1.4 *This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.*

### 2. Referenced Documents

2.1 *ASTM Standards:*<sup>2</sup>

[C31/C31M Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field](#)

[C42/C42M Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete](#)

[C125 Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates](#)

[C192/C192M Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory](#)

[C293/C293M Test Method for Flexural Strength of Concrete \(Using Simple Beam With Center-Point Loading\)](#)

[C617/C617M Practice for Capping Cylindrical Concrete Specimens](#)

[C670 Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials](#)

[C1077 Practice for Agencies Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Testing Agency Evaluation](#)

[E4 Practices for Force Verification of Testing Machines](#)

[E6 Terminology Relating to Methods of Mechanical Testing](#)

### 3. Terminology

3.1 *Definitions:*

3.1.1 For definitions of terms used in this test method, refer to Terminology [C125](#) and Terminology [E6](#).

3.2 *Definitions of Terms Specific to This Standard:*

3.2.1 *flexural strength*—maximum resistance of a specimen subjected to bending.

3.2.1.1 *Discussion*—In this test method, *flexural strength* is reported as the *modulus of rupture*.

3.2.2 *flexural testing apparatus*—fixture used to apply force to the beam specimen and consists of loading and support blocks.

3.2.3 *loading block*—component of the testing apparatus in the shape of a portion of a cylinder that is used to apply a force to the beam specimen.

3.2.4 *modulus of rupture*—calculated stress, assuming linear-elastic behavior, in the tensile face of a beam specimen at the maximum bending moment during a standard test method.

3.2.5 *span length*—distance between lines of support, or reaction, for the beam specimen, and it is equal to three times the nominal depth of the beam.

3.2.5.1 *Discussion*—For example, for a 100 mm [4 in.] nominal depth beam, the span length is 300 mm [12 in.] and for a 150 mm [6 in.] nominal depth beam, the span length is 450 mm [18 in.]. See 3.2.6.1, for discussion of *reaction block*.

<sup>1</sup> This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee C09 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.61 on Testing for Strength.

Current edition approved Jan. 1, 2018. Published February 2018. Originally approved in 1930. Last previous edition approved in 2016 as C78/C78M – 16. DOI: 10.1520/C0078\_C0078M-18.

<sup>2</sup> For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, [www.astm.org](http://www.astm.org), or contact ASTM Customer Service at [service@astm.org](mailto:service@astm.org). For *Annual Book of ASTM Standards* volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

\*A Summary of Changes section appears at the end of this standard



Designation: C39/C39M – 17a

## Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation C39/C39M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

*This standard has been approved for use by agencies of the U.S. Department of Defense.*

### 1. Scope\*

1.1 This test method covers determination of compressive strength of cylindrical concrete specimens such as molded cylinders and drilled cores. It is limited to concrete having a density in excess of 800 kg/m<sup>3</sup> [50 lb/ft<sup>3</sup>].

1.2 The values stated in either SI units or inch-pound units are to be regarded separately as standard. The inch-pound units are shown in brackets. The values stated in each system may not be exact equivalents; therefore, each system shall be used independently of the other. Combining values from the two systems may result in non-conformance with the standard.

1.3 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use. (Warning—Means should be provided to contain concrete fragments during sudden rupture of specimens. Tendency for sudden rupture increases with increasing concrete strength and it is more likely when the testing machine is relatively flexible. The safety precautions given in the Manual are recommended.)*

1.4 The text of this standard references notes which provide explanatory material. These notes shall not be considered as requirements of the standard.

1.5 *This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.*

<sup>1</sup> This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee C09 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.61 on Testing for Strength.

Current edition approved March 15, 2017. Published May 2017. Originally approved in 1921. Last previous edition approved in 2017 as C39/C39M – 17. DOI: 10.1520/C0039\_C0039M-17A.

### 2. Referenced Documents

#### 2.1 ASTM Standards:<sup>2</sup>

- C31/C31M Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field
- C42/C42M Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete
- C125 Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates
- C192/C192M Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory
- C617/C617M Practice for Capping Cylindrical Concrete Specimens
- C670 Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials
- C873/C873M Test Method for Compressive Strength of Concrete Cylinders Cast in Place in Cylindrical Molds
- C1077 Practice for Agencies Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Testing Agency Evaluation
- C1176/C1176M Practice for Making Roller-Compacted Concrete in Cylinder Molds Using a Vibrating Table
- C1231/C1231M Practice for Use of Unbonded Caps in Determination of Compressive Strength of Hardened Cylindrical Concrete Specimens
- C1435/C1435M Practice for Molding Roller-Compacted Concrete in Cylinder Molds Using a Vibrating Hammer
- C1604/C1604M Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores of Shotcrete
- E4 Practices for Force Verification of Testing Machines
- E18 Test Methods for Rockwell Hardness of Metallic Materials
- E74 Practice of Calibration of Force-Measuring Instruments for Verifying the Force Indication of Testing Machines
- Manual of Aggregate and Concrete Testing

<sup>2</sup> For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, [www.astm.org](http://www.astm.org), or contact ASTM Customer Service at [service@astm.org](mailto:service@astm.org). For *Annual Book of ASTM Standards* volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

\*A Summary of Changes section appears at the end of this standard

---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

---

**NTP 339.035  
2009**

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI  
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

## **HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland**

CONCRETE. Standard test method for mesure slump of Portland cement concrete

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C 143/C143-2008 Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

**2009-12-23  
3ª Edición**

R.034-2009/INDECOPI-CNB. Publicada el 2010-02-20

Precio basado en 09 páginas

I.C.S.: 91.100.10

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptores: Concreto, cono, consistencia, plasticidad, asentamiento, trabajabilidad

---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

---

**NTP 339.034  
2015**

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

Lima, Perú

---

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

Concrete Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

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

**2015-12-22  
4ª Edición**

R.N°015-2015-INACAL/DN. Publicada el 2015-12-31

Precio basado en 19 páginas

I.C.S.: 91.100.30

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptor: Hormigón, concreto, resistencia a la compresión, muestras cilíndricas

© ASTM 2015 - © INACAL 2015



---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 339.078  
2012

---

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI  
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

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

CONCRETE. Standard test method for flexural strength of concrete using simple beam with third-point loading

**2012-09-26**  
**3ª Edición**

R.0092-2012/CNB-INDECOPI. Publicada el 2012-10-31

Precio basado en 10 páginas

LC.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Concreto, vigas, resistencia a la flexión, ensayo

---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

---

NTP 400.037  
2018

Dirección de Normalización - INACAL  
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

## AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos

AGGREGATES. Concrete Aggregates. Specifications

**2018-01-30**  
**4ª Edición**

R.D. N° 002-2018-INACAL/DN. Publicada el 2018-02-08

Precio basado en 23 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptorios: Agregado, agregado de concreto, agregado fino, agregado grueso

© INACAL 2018

---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 400.012  
2013

---

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI  
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

---

## AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

AGGREGATES. Standard test method for sieve analysis of fine, coarse and global aggregates

**2013-01-16**  
**3ª Edición**

R.0006-2013/CNB-INDECOPI. Publicada el 2013-02-01

Precio basado en 15 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: agregado, agregado grueso, agregado fino, serie, gradación, análisis por tamizado, análisis granulométrico

© INDECOPI 2013

---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 339.183  
2013

---

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI  
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

**CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio**

CONCRETE. Standard practice for making and curing concrete test specimens in the laboratory

**2013-01-16**  
**2ª Edición**

R.0006-2013/CNB-INDECOPI. Publicada el 2013-02-01 Precio basado en 24 páginas  
I.C.S.: 91.100.30 ESTA NORMA ES RECOMENDABLE  
Descriptores: hormigón, concreto, curado, laboratorio, curado de especímen

© INDECOPI 2013

## Anexo 7. Carta de presentación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

Ate, 06 de diciembre de 2019

### CARTA N° 320-2019/EP-I.C.- UCV-LIMA-ATE

UNI- LEM  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
Ing. MANUEL GONZALES DE LA COTERA  
AV. TUPAC AMARU N° 210 ARTADO 1301- PERU  
Presente. -

De nuestra mayor consideración:

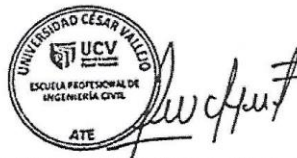
Es grato dirigirme a usted para saludarla(o) cordialmente en representación de la Universidad César Vallejo - Filial Ate, para manifestarle que, nuestros alumnos del **IX** Ciclo, están desarrollando el curso de **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**; por lo que recurrimos a usted, para solicitarle la autorización para el ingreso de nuestros alumnos, a fin de aplicar el instrumento de Tesis: **REALIZAR UN ENSAYO EN EL LABORATORIO PARA APLICAR EL INSTRUMENTO "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO FC:210KGLCM2, MEDIANTE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE MARMOL"**, información que será de suma importancia para elaborar su trabajo de investigación para la titulación.

Por lo anteriormente expuesto y para dicho fin, me permito presentar a los alumnos:

NOMBRES Y APELLIDOS	N° D.N.I.
TAQUIRI PILLACA, LUIS ALBERTO	75605081
ARIMANA HUAMANI, LAN ANDY	76272553

Segura de contar con su autorización y apoyo, hago propicia la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi mayor consideración y estima personal.

Atentamente,



**MG. LEOPOLDO CHOQUE FLORES**  
Coordinador Académico de la escuela de Ing. Civil  
UCV – Filial Lima Campus Ate

Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



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

## Anexo 8. Cotizaciones y pagos de ensayos



MTL GEOTECNIA  
RUC 20600375262

### FORMATO DE COTIZACIÓN DE ENSAYOS

COT. Nº 137-LEM-20

REFERENCIA	Solicitado presencialmente el 18/05/2020
SOLICITANTE	----
ATENCIÓN	Luis Taquiri Pillaca e Ian Andy Arimana Huamani 941114163
TESIS	Aplicación de marmol al concreto
UBICACIÓN	Lima
FECHA	San Martin de Porres, 18 de Mayo de 2020

#### EJECUCIÓN DE ENSAYOS EN LABORATORIO

ITEM	CONCEPTO	NORMA	UND.	CANT	PARCIAL	SUBTOTAL
<b>1.0</b>	<b>ENSAYOS EN LABORATORIO DE CONCRETO</b>					
1.1	Diseño de mezcla fc 210 kg/cm2 (incluyen ensayos físicos de los agregados y marmol)	ACI 211	Und	1	S/. 250.00	S/. 250.00
1.2	Dosificación probetas 6x12 pulg (Patrón, 5, 10, 15% Marmol total 04 mezclas incluye moldeo, curado, y slump. 7, 14 y 28 DIAS	---	Und	36	S/. 15.00	S/. 540.00
1.3	Ensayo de compresión de testigos	---	Und	36	S/. 12.00	S/. 432.00
1.4	Dosificación vigas 15x15x50 cm (Patrón, 5, 10, 15% Marmol total 04 mezclas incluye moldeo, curado, y slump. 07, 14 y 28 DIAS	---	Und	36	S/. 20.00	S/. 720.00
1.5	Ensayo de flexión	---	Und	36	S/. 12.00	S/. 432.00
1.8	Materiales (500 kg de a. fino, 500 kg de a. grueso y 5 bolsas de cemento andino tipo I	---	Und	1	S/. 320.00	S/. 320.00
<b>SUB TOTAL</b>						<b>S/. 2,694.00</b>

**TOTAL: 2500**

#### NOTAS / ANOTACIONES:

- Validez de oferta 30 días desde su emisión
- El cliente debe proporcionar la información necesaria para la emisión de los certificados de ensayo
- **El cliente debe proporcionar 80 kg de marmol.**

#### FORMA DE PAGO:

- 50% adelanto para comenzar los trabajos
- 50% a la entrega de los resultados.

#### CUENTAS DE PAGO:

CTA CORRIENTE BANCO CONTINENTAL  
AHORROS SOLES: 0011-0752-0200099965  
AHORROS DOLARES: 0011-0200099965-32  
CCI BANCO CONTINENTAL: 011-752-000200099965-32

  
MTL GEOTECNIA S.A.C  
RUC: 20600375262

**DANY CCOTO TRUJILLO**  
GERENTE COMERCIAL

Calle La Madrid N° 264 - Asociación Los Olivos - San Martín de Porres (Alt. Av. Antunez de Mayolo con Av. Universitaria)  
Telf.: (01) 457 2237 RPC 989 349 903  
informes@mtlgeotecniasac.com [www.mtlgeotecniasac.com](http://www.mtlgeotecniasac.com)

**COTIZACIÓN**  
N° IGC19-LEM-523

San Martín de Porres, 25 de noviembre del 2019

Cliente : Universidad César Vallejo  
N° RUC : ---  
Proyecto : Mejoramiento de la resistencia a compresión y flexión del concreto fc: 210 kg/cm2, mediante la adición de residuos de mármol  
Ubicación : Ate, Lima  
Solicitante : Arimana Huamani, Ian Andy / Taquiri Pillaca, Luis Alberto  
Email - contacto : louist1001@gmail.com  
Teléfono : 941114163



Es grato dirigirme a usted para cotizar lo siguiente: **"SERVICIO DE ENSAYOS DE LABORATORIO PARA TESIS"**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO	NORMA (s)	CANT	U. MED	V. UNIT	TOTAL
1	Diseño de concreto, F'c = 350 kg/cm2, slump 3" - 4", incluye ensayos físicos en agregados (humedad, granulometría, peso unitario suelto, peso unitario compactado, peso específico y absorción)	REF. ACI 211	1	Uni	S/ 380.00	S/ 380.00
2	Mezclas de concreto - combinaciones	REF. ACI 211	3	Uni	S/ 200.00	S/ 600.00
3	Curado y compresión de probetas, incluye moldeo (7, 14 y 28D) - patrón	ASTM C39/C39M-18	12	Uni	S/ 12.00	S/ 144.00
4	Curado y compresión de probetas, incluye moldeo (7, 14 y 28D) - combinaciones	ASTM C39/C39M-18	36	Uni	S/ 12.00	S/ 432.00
5	Curado y flexión en vigas, incluye elaboración (28D) - Patrón	ASTM C78 / C293	12	Uni	S/ 30.00	S/ 360.00
6	Curado y flexión en vigas, incluye elaboración (28D) - combinaciones	ASTM C78 / C293	36	Uni	S/ 30.00	S/ 1,080.00
<b>SUB TOTAL</b>						<b>S/ 2,996.00</b>
<b>IGV (18%)</b>						<b>S/ 539.28</b>
<b>TOTAL</b>						<b>S/ 3,535.28</b>

**COTIZACIÓN**  
N° IGC19-LEM-523

San Martín de Porres, 25 de noviembre del 2019

Cliente : Universidad César Vallejo  
N° RUC : ---  
Proyecto : Mejoramiento de la resistencia a compresión y flexión del concreto fc: 210 kg/cm2, mediante la adición de residuos de mármol  
Ubicación : Ate, Lima  
Solicitante : Arimana Huamani, Ian Andy / Taquiri Pillaca, Luis Alberto  
Email - contacto : louist1001@gmail.com  
Teléfono : 941114163



<b>TOTAL</b>	<b>S/ 2,996.00</b>
<b>SERVICIO AFECTO A DETRACCIÓN (12%)</b>	<b>Afecto</b>

**NÚMEROS DE CUENTA:**

Cuenta de ahorros BCP Soles: 191-95834864-0-90

**FORMA DE PAGO:**

- Moneda nacional soles S/ (PEN)		
- 35% por adelantado	S/	1,048.80
- 35% al finalizar la mezcla patrón	S/	1,048.80
- 30% al finalizar el servicio previo a la entrega de resultados en físico	S/	898.80

**DE LAS MUESTRAS:**

La presente propuesta no incluye insumos de ningún tipo para la elaboración de mezclas. El solicitante deberá entregar los siguientes insumos:

Cemento: 2 Bolsas  
Arena gruesa: 7 Bolsas de 40kg c/u  
Piedra chancada: 7 Bolsas de 40kg c/u  
Mármol preparado: 60kg

**LABORATORIOS TERCERIZADOS:**

- La presente propuesta no contempla tercerizar servicios de ensayos, todos los ensayos serán realizados en el Laboratorio de INGEOCONTROL.

**TIEMPO DE ENTREGA:**

Actividades de campo: 35 días contados desde la recepción de las muestras.



Nº Presupuesto: **PE20-2920**

**Servicio de Trituración y Molienda**

**Residuos de Mármol**

Cliente: **LUIS ALBERTO TAQUIRI PILLACA**

Solicitante: **LUIS ALBERTO TAQUIRI PILLACA**

Fecha Emisión: **08/06/2020**

Realizada Por:

**LOURDES GRADOS**

For a  
**better and**  
**safer** world

[agqlabs.com](http://agqlabs.com)



**PRESUPUESTO**

Cliente **LUIS ALBERTO TAQUIRI PILLACA**  
Domicilio  
RUC **75605081**  
Persona de Contacto **LUIS ALBERTO TAQUIRI PILLACA**  
Teléfono  
E-mail **louist1001@gmail.com**  
N°.Presupuesto **PE20-2920** Periodo validez **08/06/2020** Hasta **08/07/2020**  
Fecha Emisión **08/06/2020**

**Servicios Presupuestados**

A continuación le detallamos precios ( en PEN) y condiciones de trabajo para los análisis solicitados.

Análisis	Tipo	Nombre	Tipo Muestra	Uds.	Precio Ud.	Importe
152910MN-1		Trituración y molienda	ROCA	120	30,00	3.600,00
					<b>Importe</b>	<b>3.600,00</b>
					I.G.V. (18,00%)	648,00
					<b>TOTAL (PEN)</b>	<b>4.248,00</b>

Forma de Pago: **PAGO ANTICIPADO**

**MTL GEOTECNIA S.A.C.**

CAL. LA MADRID 264 ASC. LOS OLIVOS AV ANTUNEZ DE MAYOLO CON AV  
DANIEL ALCID  
SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA

**BOLETA DE VENTA ELECTRONICA**  
**RUC: 20600375262**  
**EB01-5**

Fecha de Vencimiento :  
Fecha de Emisión : **02/07/2020**  
Señor(es) : **LUIS ALBERTO TAQUIRI**  
 : **PILLACA**  
DNI : **75605081**  
Tipo de Moneda : **SOLES**  
Observación :

Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	50% DE ADELANTO POR TESIS DE APLICACIÓN DEL MARMOL AL CONCRETO (LUIS TAQUIRI PILLACA E IAN ANDY ARIMANA HUAMANI)	1059.32	0.00	1,250.00	0.00

Otros Cargos : S/0.00  
Otros Tributos : S/0.00  
ICBPER :   
Importe Total : S/1,250.00

**SON: UN MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y 00/100 SOLES**

(\*) Sin impuestos.  
(\*\*) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.

Op. Gravada :	<input type="text" value="S/ 1,059.32"/>
Op. Exonerada :	<input type="text" value="S/ 0.00"/>
Op. Inafecta :	<input type="text" value="S/ 0.00"/>
ISC :	<input type="text" value="S/ 0.00"/>
IGV :	<input type="text" value="S/ 190.68"/>
ICBPER :	<input type="text" value="S/ 0.00"/>
Otros Cargos :	<input type="text" value="S/ 0.00"/>
Otros Tributos :	<input type="text" value="S/ 0.00"/>
Importe Total :	<input type="text" value="S/ 1,250.00"/>

*Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: [www.sunat.gob.pe](http://www.sunat.gob.pe), en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.*

**MTL GEOTECNIA S.A.C**

CAL. LA MADRID 264 ASC. LOS OLIVOS AV ANTUNEZ DE MAYOLO CON AV DANIEL ALCID  
SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA

**BOLETA DE VENTA ELECTRONICA**

**RUC: 20600375262**  
**EB01-11**

Fecha de Vencimiento :  
Fecha de Emisión : **13/07/2020**  
Señor(es) : **LUIS ALBERTO TAQUIRI**  
                  : **PILLACA**  
DNI : **75605081**  
Tipo de Moneda : **SOLES**  
Observación :

Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	50% RESTANTE POR TESIS DE APLICACIÓN DEL MARMOL AL CONCRETO (LUIS TAQUIRI PILLACA E IAN ANDY ARIMANA HUAMANI)	1059.32	0.00	1,250.00	0.00

Otros Cargos : S/0.00  
Otros Tributos : S/0.00  
ICBPER : S/ 0.00  
Importe Total : S/1,250.00

**SON: UN MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y 00/100 SOLES**

(\*) Sin impuestos.  
(\*\*) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.

Op. Gravada : S/ 1,059.32  
Op. Exonerada : S/ 0.00  
Op. Inafecta : S/ 0.00  
ISC : S/ 0.00  
IGV : S/ 190.68  
ICBPER : S/ 0.00  
Otros Cargos : S/ 0.00  
Otros Tributos : S/ 0.00  
Importe Total : S/ 1,250.00

*Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: [www.sunat.gob.pe](http://www.sunat.gob.pe) en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.*

## Anexo 9. Certificados de calibración de los equipos del laboratorio

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 4371 - 2020

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 5

**SOLICITANTE: MTL GEOTECNIA S.A.C.**

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

**EQUIPO** : HORNO  
Marca : GEMMY  
Modelo : YC0-010  
N° de Serie : 510847  
Tipo de Ventilación : Turbulencia  
Procedencia : ALEMANIA  
Identificación : NO INDICA  
**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : TERMÓMETRO DIGITAL  
Marca : No Indica  
Alcance : 1°C a 250°C  
Resolución : 1 °C  
**TIPO DE CONTROLADOR** : DIGITAL  
Marca : No Indica  
Alcance : 1°C a 250°C  
Resolución : 1 °C  
Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25  
Ubicación : LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	29,3 °C	29,6 °C
Humedad Relativa	45,3 %	43,2 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

**TC - 4372 - 2020**

PROFORMA : 1696A Fecha de emisión : 2020-05-25

**SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.**  
Dirección : CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA-LIMA-SAN MARTÍN DE PORRES

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : DENVER INSTRUMENT  
Modelo : AA-250  
N° de Serie : B032815  
Capacidad Máxima : 220 g  
Resolución : 0,0001 g  
División de Verificación : 0,001 g  
Clase de Exactitud : I  
Capacidad Mínima : 0,1 g  
Procedencia : U.S.A.  
N° de Parte : No Indica  
Identificación : No Indica  
Ubicación : LABORATORIO  
Variación de  $\Delta T$  Local : 5 °C  
Fecha de Calibración : 2020-05-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
Gerente Técnico  
CFP: 0316





Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC-5684-2019

PROFORMA : 2004A

Fecha de emisión : 2019 - 08 - 02

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martin De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRESA DE CONCRETO

Marca : ELE  
Modelo : ADR TOUCH  
N° Serie : 1887-1-00074  
Intervalo de indicación : 120000 kgf  
Resolución : 0,1 kgf  
Procedencia : No Indica  
Código de Identificación : No Indica  
Ubicación : Laboratorio  
Fecha de Calibración : 2019 - 08 - 01

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de LEMICONS S.R.L.

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

METODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 "Procedimiento para la Calibración de Presas, celdas y anillos de carga".

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,2°C	19,1°C
HUMEDAD RELATIVA	72,0%	72,0%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
C.F.P. N° 0316

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

## Anexo 10. Ficha técnica del cemento



### Ficha Técnica

## CEMENTO ANDINO PREMIUM

#### Descripción:

- Es un Cemento Pórtland Tipo I, obtenido de la molienda Clinker Tipo I y yeso.

#### Beneficios:

- Alta resistencia a mediano y largo plazo, alta durabilidad.
- Excelente trabajabilidad y acabado.
- Bajo contenido de álcalis. Buena resistencia a los agregados álcali reactivos.
- Moderada resistencia al salitre.

#### Usos:

- Estructuras sólidas de acabados perfectos.
- Construcciones en general de gran envergadura como, puentes, estructuras industriales y conjuntos habitacionales.
- Shotcrete y Pre-Fabricados.

#### Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

#### Formato de Distribución:

- Bolsas de 42.5 Kg: 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- Granel: A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



### Recomendaciones

#### Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

#### Manipulación:

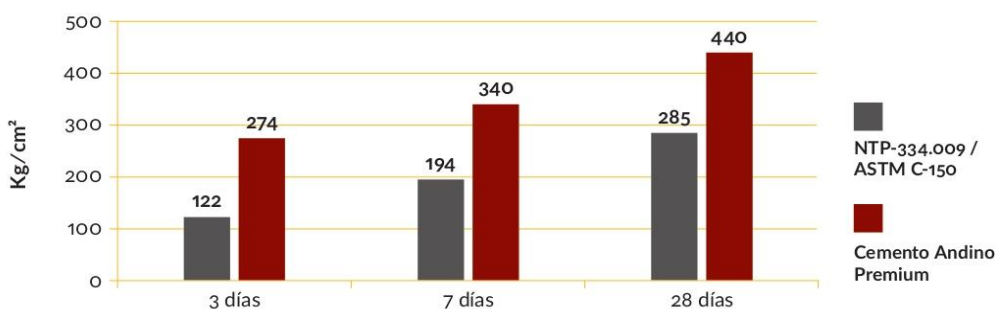
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

#### Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno.

## Requisitos mecánicos

### Comparación resistencias NTP-334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Andino Premium



## Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Andino Premium	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	5.08	Máximo 12
Expansión autoclave	%	-0.02	Máximo 0.80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	373	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.15	No específica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm <sup>2</sup>	274	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm <sup>2</sup>	340	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm <sup>2</sup>	440	Mínimo 285*
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	105	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	282	Máximo 375
<b>Composición Química</b>			
MgO	%	1.80	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	2.67	Máximo 3.0
Pérdida al fuego	%	1.49	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.72	Máximo 1.5
<b>Fases Mineralógicas</b>			
C <sub>2</sub> S	%	17.86	No específica
C <sub>3</sub> S	%	54.88	No específica
C <sub>3</sub> A	%	7.01	No específica
C <sub>4</sub> AF	%	10.37	No específica
<b>Álcalis Equivalentes</b>			
Contenido de álcalis equivalentes	%	0.47	Máximo 0.60*
<b>Resistencia a los Sulfatos</b>			
Resistencia al ataque de sulfatos	%	0.083	0.10 % máx. a 180 días

\*Requisito opcional



## Anexo 11. Constancia de entrega de certificados de laboratorio



(511) 457 2237 / 989 349 903  
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
San Martín de Porres - Lima  
informes@mtlgeotecniasac.com

[www.mtlgeotecniasac.com](http://www.mtlgeotecniasac.com)

### CONSTANCIA

La que suscribe Ing. Yesenia Cuba Barraza, encargada del Control de Calidad del laboratorio MTL GEOTECNIA.

Hace constar que los tesisas:

1. Luis Alberto Taquiri Pillaca DNI: 75605081
2. Ian Andy Arimana Huamani DNI: 76272553

Los ensayos realizados por los tesisas fueron los siguientes:

- ✓ Ensayos físicos de los agregados (a. granulométrico, contenido de humedad, peso unitario suelto, peso unitario compactado, peso específico y absorción).
- ✓ Ensayos físicos del marmol (a. granulométrico, contenido de humedad, peso unitario suelto, peso unitario compactado, peso específico y absorción)
- ✓ Diseño de mezcla de concreto Fc 210 kg/cm<sup>2</sup>
- ✓ Elaboración de 36 und de testigos cilíndricos de concreto 6 x 12 pulg. (09 und patrón, 09 und con 5% de marmol, 09 und con 10% de marmol y 09 und con 15% de marmol).
- ✓ Elaboración de 36 und de vigas de concreto 15x15x50 cm. 09 und patrón, 09 und con 5% de marmol, 09 und con 10% de marmol y 09 und con 15% de marmol).
- ✓ Ensayo de compresión a 36 testigos.
- ✓ Ensayo de flexión a 36 testigos.

Los ensayos se realizaron en el laboratorio de MTL GELOTECNIA SAC, llevándose a cabo del 08/06/2020 al 11/07/2020, la cual se emitirán los certificados de los ensayos el día 15/07/2020 en nuestras instalaciones, ubicado en Jr La Madrid 264 – Smp – Lima.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados para los fines que estime por conveniente.

S.M.P, 11 de Julio de 2020

Atentamente:

MTL GEOTECNIA SAC  
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA CUBA BARRAZA  
INGENIERO CIVIL  
C.P. 1:9803

## Anexo 12. Certificados de ensayos de laboratorio



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

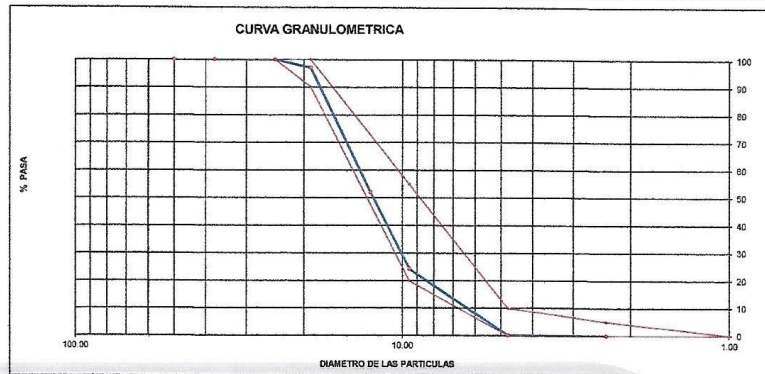
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b> <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO</b>	Código	FOR-LTC-AG-002
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
 ASTM C136

**REFERENCIA** : Datos de laboratorio  
**SOLICITANTE** : Luis Alberto Taquiri Pillaca / Ian Andy Arimana Huamani  
**TESIS** : "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto f<sub>c</sub>: 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de mármol".  
**UBICACION** : LIMA - PERU **Fecha de ensayo:** 09/06/2020

**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO **CANTERA:** TRAPICHE  
**PESO INICIAL HUMEDO (g)** 4,235.09 **% W =** 0.1  
**PESO INICIAL SECO (g)** 4,232.40 **MF =** 6.76

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO (g)	MATERIAL RETENIDO (%)	% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO # 67
				Retenido	Pasa	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.05	121.5	2.9	2.9	97.1	90 - 100
1/2"	12.50	1,911.0	45.2	48.1	51.9	---
3/8"	9.53	1,168.0	27.6	75.7	24.3	20 - 85
Nº 4	4.75	1,021.0	24.1	99.8	0.2	0 - 10
Nº 8	2.38	8.0	0.2	100.0	0.0	0 - 5
Nº 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		2.9	0.1			



**OBSERVACIONES:**  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:  	Revisado por:  MTL GEOTECNIA SAC SUELOS/CONCRETO ASFALTO YESENIA CUSA BARRAZA INGENIERO CIVIL C.R.L. 115303	Aprobado por:  MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

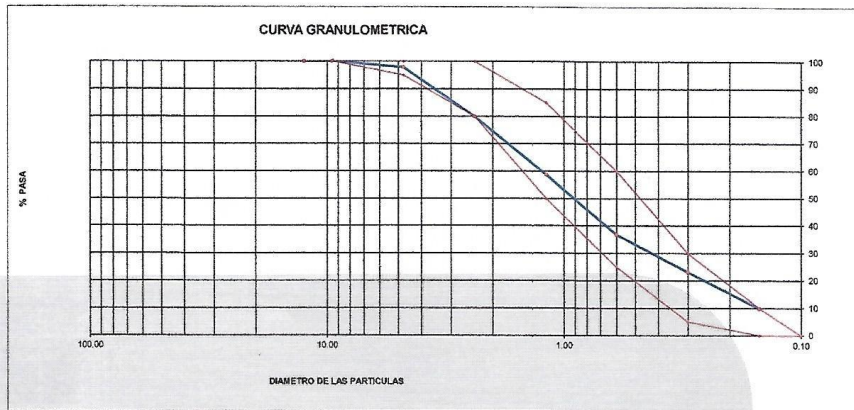
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b> <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO</b>	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C136

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Luis Alberto Taquiri Pillaça / Ian Andy Arimana Huamani
<b>TESIS</b>	: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup> , mediante la adición de residuos de mármol".
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA - PERÚ <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 09/06/2020</span>

<b>MATERIAL</b>	: Agregado fino	<b>CANTERA:</b> TRAPICHE
<b>PESO INICIAL HUMEDO (g)</b>	632.5	% W = 0.9
<b>PESO INICIAL SECO (g)</b>	627.0	MF = 2.94

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.76	13.4	2.1	2.1	97.9	85 - 100
Nº8	2.38	112.8	18.0	20.1	79.9	80 - 100
Nº 16	1.19	132.9	21.2	41.3	58.7	50 - 85
Nº 30	0.60	137.2	21.9	63.2	36.8	25 - 60
Nº 50	0.30	85.4	13.6	76.8	23.2	05 - 30
Nº 100	0.15	83.8	13.4	90.2	9.8	0 - 10
FONDO		61.5	9.8	100.0	0.0	0 - 0



**OBSERVACIONES:**  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

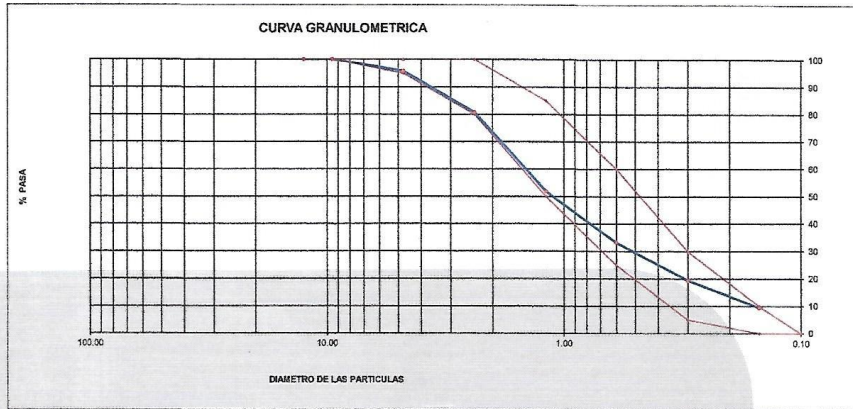
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b> <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO</b>	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C136

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Luis Alberto Taquiri Pillaca / Ian Andy Arimana Huamani
<b>TESIS</b>	: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup> , mediante la adición de residuos de mármol".
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA - PERÚ <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 09/06/2020</span>

<b>MATERIAL</b>	: Marmol	<b>CANTERA:</b>	-
<b>PESO INICIAL HUMEDO (g)</b>	454.9	<b>% W</b>	0.3
<b>PESO INICIAL SECO (g)</b>	453.5	<b>MF</b>	3.10

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.75	18.6	4.1	4.1	95.9	95 - 100
Nº8	2.38	68.5	15.1	19.2	80.8	80 - 100
Nº 16	1.19	131.5	29.0	48.2	51.8	50 - 85
Nº 30	0.60	84.5	18.6	66.8	33.2	25 - 60
Nº 50	0.30	62.5	13.8	80.6	19.4	05 - 30
Nº 100	0.15	45.3	10.0	90.6	9.4	0 - 10
FONDO		42.6	9.4	100.0	0.0	0 - 0



**OBSERVACIONES:**  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>		<b>Código</b>	FOR-LAB-MS-02
	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		<b>Versión</b>	2.1
			<b>Fecha</b>	10/01/2020
			<b>Página</b>	1 de 1

Proyecto : "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto  
 Descripción del proyecto : f'c: 210 kg/cm2, mediante la adición de residuos de mármol".  
 Solicitante : Luis Alberto Taquiri Pillaica / Ian Andy Arimana Huamani

Ubicación de Proyecto : LIMA - PERÚ Fecha de Ensayo: 9/06/2020  
Turno: Diurno


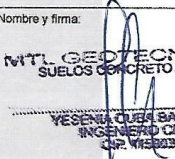

**CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D2216**

Número de muestra	M1	M2	M3	M4	M5
Profundidad (m.)	-	-	-		
Método de reporte	B	B	B		
Peso del suelo seco (gr.)	627	4232.4	453.5		
Peso del agua (gr.)	5.5	2.6	1.4		
Contenido de humedad (%)	0.90	0.10	0.30		

**INDICACIONES DEL ENSAYO**

Número de muestra	M1	M2	M3	M4	M5
Clasificación visual del suelo	A. fino	A. grueso	Marmol		
Método de secado	Horno a 110±5 °C	Horno a 110±5 °C	Horno a 110±5 °C		
¿Cumple con la masa mínima recomendada por ASTM D2216?	Si cumple con las recomendaciones de masa de ensayo de ASTM D2216-19	Si cumple con las recomendaciones de masa de ensayo de ASTM D2216-19	Si cumple con las recomendaciones de masa de ensayo de ASTM D2216-19		
¿Hay materiales excluidos? Describir	No	No	No		

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

MTL GEOTECNIA					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	CQC - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>MTL GEOTECNIA SAC</b> SUELOS CONCRETO ASFALTO YSABEL OLIVERA SARRAZA INGENIERO CIVIL C.R. 152823	A:	 <b>MTL GEOTECNIA SAC</b> CONTROL DE CALIDAD	A:

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-LAB-AG-013
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS**  
ASTM C128

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Luis Alberto Taquiri Pillaca / Ian Andy Arimana Huamani
<b>TESIS</b>	: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto fc: 210 kg/cm2, mediante la adición de residuos de mármol".
<b>UBICACION</b>	: LIMA - PERU
	<i>Fecha de ensayo:</i> 09/08/2020

MATERIAL : AGREGADO FINO CANTERA : TRAPICHE


MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon + Peso de Agua	g	980.7	981.5	981.1
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon	g	670.2	669.8	670.0
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	310.5	311.7	311.1
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balon	g/cc	664.6	664	664.30
5	Peso del Balon N° 2	g/cc	170.2	169.8	170.00
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	494.4	494.2	494.30
7	Volumen del Balon (V = 500)	cc	497.5	498.2	497.9

**RESULTADOS**

PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	2.64	2.65	2.65
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/cc	2.67	2.68	2.68
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A[(V-W)-(500-A)])	g/cc	2.73	2.73	2.73
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) [(500-A)/A*100]	%	1.1	1.2	1.2

**OBSERVACIONES:**

- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESSENIA OJEA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 103802	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS</b>	Código	FOR-LAB-MS-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM C127

<b>REFERENCIA</b> : Datos de laboratorio	Fecha de ensayo: 09/06/2020
<b>SOLICITANTE</b> : Luis Alberto Taquiri Pillaca / Ian Andy Arimana Huamani	
<b>TESIS</b> : "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto f'c: 210 kg/cm2, mediante la adición de residuos de mármol".	
<b>UBICACION</b> : LIMA - PERU	

MATERIAL : AGREGADO GRUESO CANTERA : TRAPICHE

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	A	g	1534.0	1578.0	1556.0
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca	B	g	2436.0	2508.0	2472.0
3	Peso muestra Seco	C	g	2409.0	2478.0	2443.5
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A		g/cc	2.70	2.70	2.70
5	Peso específico de masa = C/B-A		g/cc	2.67	2.66	2.67
6	Peso específico aparente = C/C-A		g/cc	2.75	2.75	2.75
7	Absorción de agua = ((B - C)/C)*100		%	1.1	1.2	1.2

**OBSERVACIONES:**  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>MTL GEOTECNIA SAC</b> SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA OLBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 115803 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>MTL GEOTECNIA SAC</b> CONTROL DE CALIDAD <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN</b>	Código	FOR-LAB-AG-013
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS**  
ASTM C128

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Luis Alberto Taquiri Pillaca / Ian Andy Arimana Huamani
<b>TESIS</b>	: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto f'c: 210 kg/cm2, mediante la adición de residuos de mármol".
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA - PERU
	Fecha de ensayo: 09/06/2020

MATERIAL : MARMOL CANTERA : --




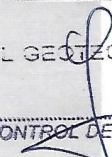
MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon + Peso de Agua	g	985	985.1	985.6
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon	g	671.1	671.9	671.5
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	313.9	314.2	314.1
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balon	g/cc	667.9	669.6	668.75
5	Peso del Balon N° 2	g/cc	171.1	171.9	171.50
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	496.8	497.7	497.25
7	Volumen del Balon (V = 500)	cc	498.2	498.2	498.2

**RESULTADOS**

PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	2.70	2.70	2.70
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/cc	2.71	2.72	2.72
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W)-(500-A)])	g/cc	2.74	2.74	2.74
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A*100]	%	0.6	0.5	0.6

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 <b>MTL GEOTECNIA S.A.C.</b> SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL C.I.R. 115803	 <b>MTL GEOTECNIA S.A.C.</b> CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO</b>	Código	FOR-LAB-AG-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS**  
ASTM C29

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Luis Alberto Taquiri Pillaca / Ian Andy Arimana Huamani
<b>TESIS</b>	: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto Fc: 210 kg/cm2, mediante la adición de residuos de mármol".
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA - PERÚ
	<b>Fecha de ensayo:</b> 09/06/2020

**MATERIAL** : AGREGADO FINO **CANTERA** : TRAPICHE

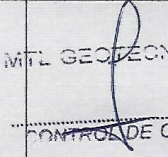
MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6502	6487	6493
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4139	4124	4130
4	Volumen del Molde	cc	2780	2780	2780
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.500	1.494	1.486

<b>PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO</b>	g/cc	1.497
--------------------------------------	------	-------

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	7332	7296	7309
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4969	4933	4946
4	Volumen del Molde	cc	2780	2780	2780
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.800	1.787	1.792

<b>PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	g/cc	1.793
--	------	-------

**OBSERVACIONES:**  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
 	 <b>MTL GEOTECNIA SAC</b> SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP: 115203	 <b>MTL GEOTECNIA SAC</b> CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO (F, G o GIB)</b>	Código	FOR-LTC-AG-018
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C29

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Luis Alberto Taquiri Pillaca / Ian Andy Arimana Huamani
<b>TESIS</b>	: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto f'c: 210 kg/cm2, mediante la adición de residuos de mármol".
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA - PERÚ
	<b>Fecha de ensayo:</b> 09/09/2020

**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO **CANtera**: TRAPICHE

<b>MUESTRA N°</b>	M - 1	M - 2	M - 3
-------------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	30892	30664	30769
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	20882	20864	20969
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.497	1.496	1.503

<b>PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO</b>	g/cc	1.499
--------------------------------------	------	-------

<b>MUESTRA N°</b>	M - 1	M - 2	M - 3
-------------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	32453	32475	32492
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	22653	22675	22692
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.624	1.625	1.627

<b>PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	g/cc	1.625
--	------	-------

**OBSERVACIONES:**  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
 	 <b>MTL GEOTECNIA SAC</b> SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIV. 115803	 <b>MTL GEOTECNIA SAC</b> CONTROL DE CALIDAD
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO</b>	Código	FOR-LAB-AG-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS**  
ASTM C29





<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Luis Alberto Taquiri Pillaca / Ian Andy Arimana Huamani
<b>TESIS</b>	: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto f'c: 210 kg/cm2, mediante la adición de residuos de mármol".
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA - PERÚ <span style="float: right;"><b>Fecha de ensayo:</b> 09/06/2020</span>

**MATERIAL** : MARMOL **CANTERA** : ---

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6790	6805	6795
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4427	4442	4432
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.604	1.609	1.608
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO</b>		g/cc	1.606		

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	7725	7759	7748
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	5362	5396	5385
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.943	1.955	1.951
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO</b>		g/cc	1.950		

**OBSERVACIONES:**  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

<b>Elaborado por:</b>   <b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Revisado por:</b>  <b>MTL GEOTECNIA SAC</b> SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 115803 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Aprobado por:</b>  <b>MTL GEOTECNIA SAC</b> CONTROL DE CALIDAD <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>
---	---	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

**REFERENCIA** : Datos de laboratorio  
**SOLICITANTE** : Luis Alberto Taquiri Pillaca / Ian Andy Arimana Huamani  
**TESIS** : "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de mármol".  
**UBICACIÓN** : LIMA - PERU Fecha de ensayo: 13/06/2020

f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>							
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>	
CEMENTO ANDINO TIPO I	3.15						
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.65	2.94	0.9	1.2	1497.0	1793.0	
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67	6.78	0.1	1.2	1499.0	1625.0	

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE							
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>							
1	ASENTAMIENTO			4	pulg		
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			3/4"			
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.558			
4	AGUA			205			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.37			
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>							
<b>FACTOR CEMENTO</b>				367.120	Kg/m <sup>3</sup>	8.6	Bis/m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del cemento				0.1165	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
Volumen absoluto del Agua				0.2050	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
Volumen absoluto del Aire				0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>							0.342
Volumen absoluto del Agregado fino				0.2896	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3690	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>							1.000
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>							
CEMENTO				367	Kg/m <sup>3</sup>		
AGUA				205	L/m <sup>3</sup>		
AGREGADO FINO				767	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO				985	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>PESO DE MEZCLA</b>				2325	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>D) CORRECCION POR HUMEDAD</b>							
AGREGADO FINO HUMEDO				774.3	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO HUMEDO				989.2	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>							
AGREGADO FINO				0.30	Lts/m <sup>3</sup>	2.3	
AGREGADO GRUESO				1.10	Lts/m <sup>3</sup>	10.8	
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>						13.1	Lts/m <sup>3</sup>
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>							
CEMENTO				367	Kg/m <sup>3</sup>		
AGUA				218	Lts/m <sup>3</sup>		
AGREGADO FINO				774	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO				986	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>PESO DE MEZCLA</b>				2346	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (52 lt.)</b>							
CEMENTO				19.09	Kg		
AGUA				11.34	Lts		
AGREGADO FINO				40.27	Kg		
AGREGADO GRUESO				51.28	Kg		
<b>PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>							
C	1.0						
A.F	2.11						
A.G	2.69						
H2o	25.25 Kg.						
<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>							
C	1.0						
A.F	2.11						
A.G	2.69						
H2o	25.25 LT.						

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Luis Alberto Taquiri Pillaca / Ian Andy Arimana Huamani
<b>TESIS</b>	: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto f'c: 210 kg/cm2, mediante la adición de residuos de mármol".
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA - PERU
	Fecha de ensayo: 13/06/2020

Fc 210 kg/cm <sup>2</sup>						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO ANDINO TIPO I	3.15					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.65	2.94	0.9	1.2	1497.0	1793.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67	6.78	0.1	1.2	1499.0	1625.0
MARMOL 5%	2.70	3.100	0.3	0.6	1606.0	1950.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE						
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	ASENTAMIENTO			4	pu/g	
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			3/4"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.558		
4	AGUA			205		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.37		
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>						
	<b>FACTOR CEMENTO</b>		367.120	Kg/m <sup>3</sup>	8.6	Bis/m <sup>3</sup>
	Volumen absoluto del cemento			0.1165	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Agua			0.2050	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Aire			0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>					0.342
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.2751	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3690	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Marmol			0.0145	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>					1.000
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
	CEMENTO		367	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGUA		205	Ltrs/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO FINO		729	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO		985	Kg/m <sup>3</sup>		
	MARMOL 5%		39.1	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>D) PESO DE MEZCLA</b>						
	<b>CORRECCION POR HUMEDAD</b>		2326	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO FINO HUMEDO		735.6	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO HUMEDO		986.2	Kg/m <sup>3</sup>		
	MARMOL 5%		39.2	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
	AGREGADO FINO		0.30	Lts/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO		1.10	10.8		
	MARMOL 5%		0.30	0.1		
	<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>			13.1		
				218.1	Lts/m <sup>3</sup>	
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
	CEMENTO		367	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGUA		218	Lts/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO FINO		736	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO		986	Kg/m <sup>3</sup>		
	MARMOL 5%		39	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>G) PESO DE MEZCLA</b>						
	<b>CANTIDAD DE MATERIALES (52 lt.)</b>		2346	Kg/m <sup>3</sup>		
	CEMENTO		19.09	Kg		
	AGUA		11.34	Lts		
	AGREGADO FINO		38.25	Kg		
	AGREGADO GRUESO		51.28	Kg		
	MARMOL 5%		2033.0	g		
<b>PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>			<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>			
C	1.0		C	1.0		
A.F	2.00		A.F	2.01		
A.G	2.89		A.G	2.86		
Marmol	0.11		Marmol	0.10		
H2o	25.25 Kg.		H2o	25.25 LT.		

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP: 115803 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	---




LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Luis Alberto Taquiri Pillaca / Ian Andy Arimana Huamani
<b>TESIS</b>	: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto Fc: 210 kg/cm <sup>2</sup> , mediante la adición de residuos de mármol".
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA - PERU
	<b>Fecha de ensayo:</b> 13/06/2020

Fc 210 kg/cm <sup>2</sup>						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO ANDINO TIPO I	3.15					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.65	2.94	0.9	1.2	1497.0	1793.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67	6.78	0.1	1.2	1499.0	1625.0
MARMOL 10%	2.70	3.100	0.3	0.6	1606.0	1950.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE						
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	ASENTAMIENTO			4	pu/g	
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			3/4"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.568		
4	AGUA			205		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.37		
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>						
<b>FACTOR CEMENTO</b>			367.120	Kg/m <sup>3</sup>	8.6	Bis/m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del cemento				0.1165	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Agua				0.2050	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Aire				0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>						0.342
Volumen absoluto del Agregado fino				0.2606	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.659
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3690	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Marmol				0.0290	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						1.000
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
CEMENTO			367	Kg/m <sup>3</sup>		
AGUA			205	L/m <sup>3</sup>		
AGREGADO FINO			691	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO			985	Kg/m <sup>3</sup>		
MARMOL 10%			78.2	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>PESO DE MEZCLA</b>			2248	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>D) CORRECCION POR HUMEDAD</b>						
AGREGADO FINO HUMEDO			696.9	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO HUMEDO			986.2	Kg/m <sup>3</sup>		
MARMOL 10%			78.4	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
AGREGADO FINO			0.30	Lts/m <sup>3</sup>	2.1	
AGREGADO GRUESO			1.10	Lts/m <sup>3</sup>	10.8	
MARMOL 10%			0.30	Lts/m <sup>3</sup>	0.2	
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>					13.1	Lts/m <sup>3</sup>
<b>CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>					218.1	Lts/m <sup>3</sup>
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
CEMENTO			367	Kg/m <sup>3</sup>		
AGUA			218	Lts/m <sup>3</sup>		
AGREGADO FINO			697	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO			986	Kg/m <sup>3</sup>		
MARMOL 10%			78	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>PESO DE MEZCLA</b>			2288	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (52 lt.)</b>						
CEMENTO			19.09	Kg		
AGUA			11.34	Lts		
AGREGADO FINO			36.24	Kg		
AGREGADO GRUESO			51.28	Kg		
MARMOL 10%			4066.0	g		
<b>PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>			<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>			
C	1.0		C	1.0		
A.F	1.90		A.F	1.90		
A.G	2.69		A.G	2.69		
Marmol	0.21		Marmol	0.20		
H2o	25.25 Kg.		H2o	25.25 LT.		

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>MTL GEOTECNIA SAC</b> SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP: 115333 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>MTL GEOTECNIA SAC</b> <b>CONTROL DE CALIDAD</b> <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>


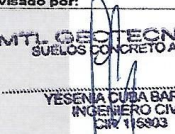

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Luis Alberto Taquiri Pillaca / Ian Andy Arimana Huamani
<b>TESIS</b>	: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup> , mediante la adición de residuos de mármol".
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA - PERU

f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO ANDINO TIPO I	3.15					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.55	2.94	0.9	1.2	1497.0	1793.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.57	5.73	0.1	1.2	1499.0	1625.0
MARMOL 15%	2.70	3.100	0.3	0.6	1606.0	1950.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE						
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	ASENTAMIENTO			4	in	
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			3/4"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.558		
4	AGUA			205		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.37		
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>						
	<b>FACTOR CEMENTO</b>		367.120	Kg/m <sup>3</sup>	8.6	Bls/m <sup>3</sup>
	Volumen absoluto del cemento			0.1165	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Agua			0.2050	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Aire			0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>					0.342
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.2462	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.659
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3690	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Marmol			0.0434	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>					1.000
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
	CEMENTO			367	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGUA			205	L/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO FINO			652	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO			985	Kg/m <sup>3</sup>	
	MARMOL 15%			117.3	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>D) PESO DE MEZCLA CORRECCION POR HUMEDAD</b>						
	AGREGADO FINO HUMEDO			658.2	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			986.2	Kg/m <sup>3</sup>	
	MARMOL 15%			117.6	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
	AGREGADO FINO			0.30	Lts/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO			1.10	10.8	
	MARMOL 15%			0.30	0.4	
	<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>				13.1	Lts/m <sup>3</sup>
					218.1	
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
	CEMENTO			367	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGUA			218	Lts/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO FINO			658	Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO			986	Kg/m <sup>3</sup>	
	MARMOL 15%			117	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>G) PESO DE MEZCLA CANTIDAD DE MATERIALES (52 lt.)</b>						
	CEMENTO			19.09	Kg	
	AGUA			11.34	Lts	
	AGREGADO FINO			34.23	Kg	
	AGREGADO GRUESO			51.28	Kg	
	MARMOL 15%			6099.0	g	
<b>PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>			<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>			
C	1.0		C	1.0		
A.F	1.79		A.F	1.80		
A.G	2.89		A.G	2.89		
Marmol	0.32		Marmol	0.30		
H2o	25.25 Kg.		H2o	25.25 LT.		

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suajes y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C143

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Luis Alberto Taquiri Pillaca / Ian Andy Arimana Huamani
<b>TESIS</b>	: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup> , mediante la adición de residuos de mármol".
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA / PERÚ

Fecha de emisión: 13/06/2020

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO			
MUESTRA	SLUMP Pulg.	SLUMP cm.	PROMEDIO
PATRÓN	4	10.30	4.01
	4	10.05	
	4	10.20	

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO			
MUESTRA	SLUMP Pulg.	SLUMP cm.	PROMEDIO
5%	4 1/2	11.50	4.50
	4 1/2	11.40	
	4 1/2	11.40	

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO			
MUESTRA	SLUMP Pulg.	SLUMP cm.	PROMEDIO
10%	5	12.70	5.01
	5	12.65	
	5	12.80	

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO			
MUESTRA	SLUMP Pulg.	SLUMP cm.	PROMEDIO
15%	6 1/8	15.50	6.24
	6 2/8	15.80	
	6 2/7	15.95	

**OBSERVACIONES:**

- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de la olla washington
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b> 	<b>Revisado por:</b> 	<b>Aprobado por:</b> 
	MTL GEOTECNIA SAC SUELOS Y PAVIMENTOS YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 115803	MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Luis Alberto Taquiri Pillaca / Jan Andy Arimana Huamani
<b>TESIS</b>	: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup> , mediante la adición de residuos de mármol".
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA / PERÚ
<i>Fecha de emisión:</i> 11/07/2020	

IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F'c Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F'c
PATRÓN f'c 210	13/06/2020	20/06/2020	7	26292.2	176.7	148.8	210.0	70.8
PATRÓN f'c 210	13/06/2020	20/06/2020	7	26377.0	179.1	147.3	210.0	70.1
PATRÓN f'c 210	13/06/2020	20/06/2020	7	26166.2	176.7	148.1	210.0	70.5
PATRÓN f'c 210	13/06/2020	27/06/2020	14	32185.0	179.1	179.7	210.0	85.6
PATRÓN f'c 210	13/06/2020	27/06/2020	14	31871.0	176.7	180.4	210.0	85.9
PATRÓN f'c 210	13/06/2020	27/06/2020	14	32260.0	179.1	180.1	210.0	85.8
PATRÓN f'c 210	13/06/2020	11/07/2020	28	39375.0	176.7	222.8	210.0	106.1
PATRÓN f'c 210	13/06/2020	11/07/2020	28	38994.0	176.7	220.6	210.0	105.0
PATRÓN f'c 210	13/06/2020	11/07/2020	28	39422.0	176.7	223.1	210.0	106.2

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material refulcante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

 <b>Elaborado por:</b> Jefe de Laboratorio	 <b>Revisado por:</b> MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 115903 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 <b>Aprobado por:</b> MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	---	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Luis Alberto Taquiri Pillaca / Ian Andy Arimana Huamani
<b>TESIS</b>	: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto f'c: 210 kg/cm2, mediante la adición de residuos de mármol".
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA / PERÚ
	Fecha de emisión: 11/07/2020

IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm2	ESFUERZO kg/cm2	F'c Diseño kg/cm2	% F'c
5% DE MARMOL	13/06/2020	20/06/2020	7	26884.6	176.7	152.1	210.0	72.4
5% DE MARMOL	13/06/2020	20/06/2020	7	27085.2	176.7	153.3	210.0	73.0
5% DE MARMOL	13/06/2020	20/06/2020	7	27365.5	179.1	152.8	210.0	72.8
5% DE MARMOL	13/06/2020	27/06/2020	14	31897.0	176.7	180.5	210.0	86.0
5% DE MARMOL	13/06/2020	27/06/2020	14	31952.0	176.7	180.8	210.0	86.1
5% DE MARMOL	13/06/2020	27/06/2020	14	31991.0	176.7	181.0	210.0	86.2
5% DE MARMOL	13/06/2020	11/07/2020	28	40999.0	176.7	232.0	210.0	110.5
5% DE MARMOL	13/06/2020	11/07/2020	28	41251.0	176.7	233.4	210.0	111.2
5% DE MARMOL	13/06/2020	11/07/2020	28	41159.0	176.7	232.9	210.0	110.9

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referente
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Luis Alberto Taquín Pillaca / Ian Andy Arimena Huamani
<b>TESIS</b>	: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup> , mediante la adición de residuos de mármol".
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA / PERÚ
<b>Fecha de emisión:</b> 11/07/2020	

IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
10% DE MARMOL	13/06/2020	20/06/2020	7	27457.1	176.7	155.4	210.0	74.0
10% DE MARMOL	13/06/2020	20/06/2020	7	27694.1	176.7	156.7	210.0	74.6
10% DE MARMOL	13/06/2020	20/06/2020	7	27840.1	179.1	155.5	210.0	74.0
10% DE MARMOL	13/06/2020	27/06/2020	14	32885.0	179.1	183.6	210.0	87.4
10% DE MARMOL	13/06/2020	27/06/2020	14	32383.0	176.7	183.3	210.0	87.3
10% DE MARMOL	13/06/2020	27/06/2020	14	32407.0	176.7	183.4	210.0	87.3
10% DE MARMOL	13/06/2020	11/07/2020	28	41950.0	176.7	237.4	210.0	113.0
10% DE MARMOL	13/06/2020	11/07/2020	28	42568.0	176.7	240.9	210.0	114.7
10% DE MARMOL	13/06/2020	11/07/2020	28	42657.0	176.7	241.4	210.0	114.9

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referente
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 114303	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Luis Alberto Taquiri Pillaca / Ian Andy Arimans Huamani
<b>TESIS</b>	: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup> , mediante la adición de residuos de mármol".
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA / PERÚ
	Fecha de emisión: 11/07/2020

IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
15% DE MARMOL	13/06/2020	20/06/2020	7	32622.3	176.7	184.6	210.0	87.9
15% DE MARMOL	13/06/2020	20/06/2020	7	32822.6	176.7	185.7	210.0	88.4
15% DE MARMOL	13/06/2020	20/06/2020	7	32199.3	176.7	182.2	210.0	86.8
15% DE MARMOL	13/06/2020	27/06/2020	14	37947.0	179.1	211.9	210.0	100.9
15% DE MARMOL	13/06/2020	27/06/2020	14	37323.0	179.1	208.4	210.0	99.2
15% DE MARMOL	13/06/2020	27/06/2020	14	37003.0	176.7	209.4	210.0	99.7
15% DE MARMOL	13/06/2020	11/07/2020	28	46628.0	176.7	263.9	210.0	125.6
15% DE MARMOL	13/06/2020	11/07/2020	28	48287.0	176.7	261.9	210.0	124.7
15% DE MARMOL	13/06/2020	11/07/2020	28	48387.0	176.7	262.5	210.0	125.0

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referente
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

TESIS : "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f_c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de mármol".

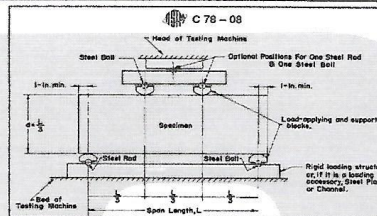
SOLICITANTE : Luis Alberto Taquin Pillaca / Ian Andy Arimana Huamani  
CÓDIGO DE PROYECTO : ---  
UBICACIÓN DE PROYECTO : LIMA - PERÚ  
FECHA DE EMISIÓN : 11/07/2020

REALIZADO POR : P. Tasayo  
REVISADO POR : D. Coto  
FECHA DE ENSAYO : 11/07/2020  
TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido  
Presentación : Especímenes prismáticos  
F<sub>c</sub> de diseño : 210 kg/cm<sup>2</sup>

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRÓN $f_c$ 210	13/06/2020	20/06/2020	7 días	2	45.0	30 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN $f_c$ 210	13/06/2020	20/06/2020	7 días	2	45.0	33 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN $f_c$ 210	13/06/2020	20/06/2020	7 días	2	45.0	33 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN $f_c$ 210	13/06/2020	27/06/2020	14 días	2	45.0	36 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN $f_c$ 210	13/06/2020	27/06/2020	14 días	2	45.0	35 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN $f_c$ 210	13/06/2020	27/06/2020	14 días	2	45.0	36 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN $f_c$ 210	13/06/2020	11/07/2020	28 días	2	45.0	42 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN $f_c$ 210	13/06/2020	11/07/2020	28 días	2	45.0	41 kg/cm <sup>2</sup>
PATRÓN $f_c$ 210	13/06/2020	11/07/2020	28 días	2	45.0	41 kg/cm <sup>2</sup>



OBSERVACIONES:

- \* Muestras Proporcionadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por: MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO  YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP: 115803 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO		Código	AE-FQ-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

TESIS : "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f_c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de mármol".

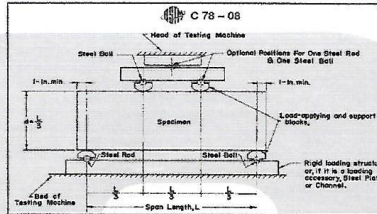
SOLICITANTE : Luis Alberto Taquiri Pillaca / Ian Andy Arimano Huamani  
CÓDIGO DE PROYECTO : --  
UBICACIÓN DE PROYECTO : LIMA - PERÚ  
FECHA DE EMISIÓN : 11/07/2020

REALIZADO POR : P. Tasayco  
REVISADO POR : D. Cooto  
FECHA DE ENSAYO : 11/07/2020  
TURNO : Diurno

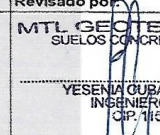
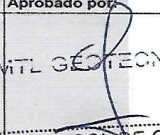
Tipo de muestra : Concreto endurecido  
Presentación : Especímenes prismáticos  
 $f_c$  de diseño : 210 kg/cm<sup>2</sup>

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
5% DE MARMOL	13/06/2020	20/06/2020	7 días	2	45.0	34 kg/cm <sup>2</sup>
5% DE MARMOL	13/06/2020	20/06/2020	7 días	2	45.0	35 kg/cm <sup>2</sup>
5% DE MARMOL	13/06/2020	20/06/2020	7 días	2	45.0	34 kg/cm <sup>2</sup>
5% DE MARMOL	13/06/2020	27/06/2020	14 días	2	45.0	38 kg/cm <sup>2</sup>
5% DE MARMOL	13/06/2020	27/06/2020	14 días	2	45.0	37 kg/cm <sup>2</sup>
5% DE MARMOL	13/06/2020	27/06/2020	14 días	2	45.0	38 kg/cm <sup>2</sup>
5% DE MARMOL	13/06/2020	11/07/2020	28 días	2	45.0	46 kg/cm <sup>2</sup>
5% DE MARMOL	13/06/2020	11/07/2020	28 días	2	45.0	45 kg/cm <sup>2</sup>
5% DE MARMOL	13/06/2020	11/07/2020	28 días	2	45.0	45 kg/cm <sup>2</sup>



OBSERVACIONES:  
 \* Muestras Proporcionadas por el solicitante  
 \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.  
 \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por  Jefe de Laboratorio	Revisado por  MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA GUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL C.P. 116803 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por  MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	---	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO		Código	AE-FQ-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

TESIS : "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de mármol".

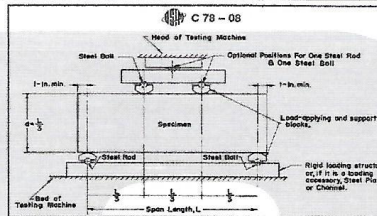
SOLICITANTE : Luis Alberto Taquiri Pillaca / Ian Andy Arimana Huamani  
CÓDIGO DE PROYECTO : ---  
UBICACIÓN DE PROYECTO : LIMA - PERÚ  
FECHA DE EMISIÓN : 11/07/2020

REALIZADO POR : P. Tasyco  
REVISADO POR : D. Coto  
FECHA DE ENSAYO : 11/07/2020  
TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido  
Presentación : Especímenes prismáticos  
F'c de diseño : 210 kg/cm<sup>2</sup>

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
10% DE MARMOL	13/06/2020	20/06/2020	7 días	2	45.0	35 kg/cm <sup>2</sup>
10% DE MARMOL	13/06/2020	20/06/2020	7 días	2	45.0	35 kg/cm <sup>2</sup>
10% DE MARMOL	13/06/2020	20/06/2020	7 días	2	45.0	35 kg/cm <sup>2</sup>
10% DE MARMOL	13/06/2020	27/06/2020	14 días	2	45.0	41 kg/cm <sup>2</sup>
10% DE MARMOL	13/06/2020	27/06/2020	14 días	2	45.0	42 kg/cm <sup>2</sup>
10% DE MARMOL	13/06/2020	27/06/2020	14 días	2	45.0	41 kg/cm <sup>2</sup>
10% DE MARMOL	13/06/2020	11/07/2020	28 días	2	45.0	48 kg/cm <sup>2</sup>
10% DE MARMOL	13/06/2020	11/07/2020	28 días	2	45.0	48 kg/cm <sup>2</sup>
10% DE MARMOL	13/06/2020	11/07/2020	28 días	2	45.0	48 kg/cm <sup>2</sup>



OBSERVACIONES:

- Muestras Proporcionadas por el solicitante
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por:  YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL C.P. 115803	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO		Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

TESIS : "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f_c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de mármol".

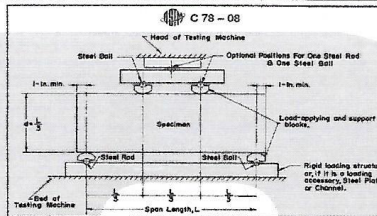
SOLICITANTE : Luis Alberto Taquin Pillaca / Ian Andy Arimana Huamani  
CÓDIGO DE PROYECTO : ---  
UBICACIÓN DE PROYECTO : LIMA - PERÚ  
FECHA DE EMISIÓN : 11/07/2020

REALIZADO POR : P. Tasayo  
REVISADO POR : D. Coto  
FECHA DE ENSAYO : 11/07/2020  
TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido  
Presentación : Especímenes prismáticos  
F<sub>c</sub> de diseño : 210 kg/cm<sup>2</sup>


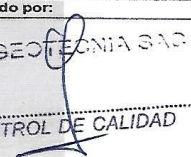
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
15% DE MARMOL	13/06/2020	20/06/2020	7 días	2	45.0	37 kg/cm <sup>2</sup>
15% DE MARMOL	13/06/2020	20/06/2020	7 días	2	45.0	38 kg/cm <sup>2</sup>
15% DE MARMOL	13/06/2020	20/06/2020	7 días	2	45.0	37 kg/cm <sup>2</sup>
15% DE MARMOL	13/06/2020	27/06/2020	14 días	2	45.0	43 kg/cm <sup>2</sup>
15% DE MARMOL	13/06/2020	27/06/2020	14 días	2	45.0	43 kg/cm <sup>2</sup>
15% DE MARMOL	13/06/2020	27/06/2020	14 días	2	45.0	42 kg/cm <sup>2</sup>
15% DE MARMOL	13/06/2020	11/07/2020	28 días	2	45.0	49 kg/cm <sup>2</sup>
15% DE MARMOL	13/06/2020	11/07/2020	28 días	2	45.0	50 kg/cm <sup>2</sup>
15% DE MARMOL	13/06/2020	11/07/2020	28 días	2	45.0	50 kg/cm <sup>2</sup>



OBSERVACIONES:

- Muestras Proporcionadas por el solicitante
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por: MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP/115203 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	--



### Anexo 13. Prueba t de student

#### A) Prueba t de student IBM SPSS - trabajabilidad (5% mármol)

- **Hipótesis Nula:** La adición del 5% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino no mejorará la trabajabilidad del concreto f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>.

- **Hipótesis Alternativa:** La adición del 5% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino mejorará la trabajabilidad del concreto f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>.

#### Pruebas de normalidad

MEZCLA	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ASENTAMIENTO MEZCLA PATRÓN	,193	3	.	,997	3	,890
MEZCLA CON 5% DE RESIDUOS DE MÁRMOL	,369	3	.	,788	3	,086

a. Corrección de significación de Lilliefors

#### Estadísticas de grupo

MEZCLA	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
ASENTAMIENTO MEZCLA PATRÓN	3	4,0117	,05008	,02892
MEZCLA CON 5% DE RESIDUOS DE MÁRMOL	3	4,5017	,02196	,01268

#### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
ASENTAMIENTO	Se asumen varianzas iguales	1,181	,338	-15,519	4	,000	-,49000	,03157	-,57766	-,40234
	No se asumen varianzas iguales			-15,519	2,742	,001	-,49000	,03157	-,59605	-,38395

**t = -15.519; sig. (bilateral) es: 0.000**, siendo menor al **0.05 (5%)**, por consiguiente, se acepta la hipótesis planteada en la investigación.

## B) Prueba t de student IBM SPSS - trabajabilidad (10% mármol)

- **Hipótesis Nula:** La adición del 10% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino no mejorará la trabajabilidad del concreto f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>.

- **Hipótesis Alternativa:** La adición del 10% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino mejorará la trabajabilidad del concreto f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>.

### Pruebas de normalidad

	MEZCLA	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ASENTAMIENTO	MEZCLA PATRÓN	,219	3	.	,987	3	,780
	MEZCLA CON 10% DE RESIDUOS DE MÁRMOL	,253	3	.	,964	3	,637

a. Corrección de significación de Lilliefors

### Estadísticas de grupo

	MEZCLA	N	Media	Desviación	Media de error
				estándar	estándar
ASENTAMIENTO	MEZCLA PATRÓN	3	4,0133	,05033	,02906
	MEZCLA CON 10% DE RESIDUOS DE MÁRMOL	3	5,0067	,03055	,01764

### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
ASENTAMIENTO	Se asumen varianzas iguales	,643	,468	-29,221	4	,000	-,99333	,03399	-1,08771	-,89895
	No se asumen varianzas iguales			-29,221	3,298	,000	-,99333	,03399	-1,09620	-,89047

**t = -29.221; sig. (bilateral) es: 0.000**, siendo menor al **0.05 (5%)**, por consiguiente, se acepta la hipótesis planteada en la investigación.

### C) Prueba t de student IBM SPSS - trabajabilidad (15% mármol)

- **Hipótesis Nula:** La adición del 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino no mejorará la trabajabilidad del concreto f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>.

- **Hipótesis Alternativa:** La adición del 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino mejorará la trabajabilidad del concreto f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>.

#### Pruebas de normalidad

	MEZCLA	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ASENTAMIENTO	MEZCLA PATRÓN	,269	3	.	,949	3	,567
	MEZCLA CON 15% DE RESIDUOS DE MÁRMOL	,253	3	.	,964	3	,637

a. Corrección de significación de Lilliefors

#### Estadísticas de grupo

	MEZCLA	N	Media	Desviación	Media de error
				estándar	estándar
ASENTAMIENTO	MEZCLA PATRÓN	3	4,0067	,05132	,02963
	MEZCLA CON 15% DE RESIDUOS DE MÁRMOL	3	6,2000	,09165	,05292

#### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
ASENTAMIENTO	Se asumen varianzas iguales	1,125	,349	-36,167	4	,000	-2,19333	,06064	-2,36171	-2,02496
	No se asumen varianzas iguales			-36,167	3,142	,000	-2,19333	,06064	-2,38150	-2,00517

**t = -36.167; sig. (bilateral) es: 0.000**, siendo menor al **0.05 (5%)**, por consiguiente, se acepta la hipótesis planteada en la investigación.

## D) Prueba t de student IBM SPSS - resistencia a la compresión (5% mármol - 28 días)

- **Hipótesis Nula:** La adición del 5% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino no incrementará la resistencia a la compresión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>.

- **Hipótesis Alternativa:** La adición del 5% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino incrementará la resistencia a la compresión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>.

### Pruebas de normalidad

	Resistencia a la compresión	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA	CONCRETO PATRÓN	,351	3	.	,828	3	,182
	CONCRETO CON 5% DE RESIDUOS DE MÁRMOL	,237	3	.	,977	3	,707

a. Corrección de significación de Lilliefors

### Estadísticas de grupo

	Resistencia a la compresión	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
	CONCRETO CON 5% DE RESIDUOS DE MÁRMOL	3	232,7833	,71842	,41478

### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
RESISTENCIA	Se asumen varianzas iguales	2,476	,191	-11,935	4	,000	-10,61667	,88954	-13,08644	-8,14690
	No se asumen varianzas iguales			-11,935	3,032	,001	-10,61667	,88954	-13,43093	-7,80240

**t = -11.935; sig. (bilateral) es: 0.000**, siendo menor al **0.05 (5%)**, por consiguiente, se acepta la hipótesis planteada en la investigación.

**E) Prueba t de student IBM SPSS - resistencia a la compresión (10% mármol - 28 días)**

- **Hipótesis Nula:** La adición del 10% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino no incrementará la resistencia a la compresión del concreto f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>.

- **Hipótesis Alternativa:** La adición del 10% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino incrementará la resistencia a la compresión del concreto f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>.

**Pruebas de normalidad**

	Resistencia a la compresión	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A	CONCRETO PATRÓN	,351	3	.	,828	3	,182
	CONCRETO CON 10% DE RESIDUOS DE MÁRMOL	,343	3	.	,842	3	,220

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Estadísticas de grupo**

RESISTENCIA	Resistencia a la compresión	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
	CONCRETO CON 10% DE RESIDUOS DE MÁRMOL	3	239,8900	2,17945	1,25831

**Prueba de muestras independientes**

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
RESISTENCIA		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
RESISTENCIA	Se asumen varianzas iguales	1,443	,296	-11,942	4	,000	-17,72333	1,48411	-21,84388	-13,60279
	No se asumen varianzas iguales			-11,942	3,357	,001	-17,72333	1,48411	-22,17470	-13,27196

**t = -11.942; sig. (bilateral) es: 0.000**, siendo menor al **0.05 (5%)**, por consiguiente, se acepta la hipótesis planteada en la investigación.

**F) Prueba t de student IBM SPSS - resistencia a la compresión (15% mármol - 28 días)**

- **Hipótesis Nula:** La adición del 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino no incrementará la resistencia a la compresión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>.

- **Hipótesis Alternativa:** La adición del 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino incrementará la resistencia a la compresión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>.

**Pruebas de normalidad**

	Resistencia a la compresión	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico		Sig.	Estadístico		Sig.
		o	gl		o	gl	
RESISTENCIA	CONCRETO PATRÓN	,345	3	.	,839	3	,210
	CONCRETO CON 15% DE RESIDUOS DE MÁRMOL	,269	3	.	,949	3	,567

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Estadísticas de grupo**

RESISTENCIA	Resistencia a la compresión	N	Media	Desviación	Media de error
				estándar	estándar
	CONCRETO PATRÓN	3	222,1667	1,36504	,78811
	CONCRETO CON 15% DE RESIDUOS DE MÁRMOL	3	262,7667	1,02632	,59255

**Prueba de muestras independientes**

RESISTENCIA		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
A	Se asumen varianzas iguales	,590	,485	-41,176	4	,000	-40,60000	,98601	-43,33761	-37,86239
	No se asumen varianzas iguales			-41,176	3,714	,000	-40,60000	,98601	-43,42293	-37,77707

**t = -41.178; sig. (bilateral) es: 0.000**, siendo menor al **0.05 (5%)**, por consiguiente, se acepta la hipótesis planteada en la investigación.

**G) Prueba t de student IBM SPSS - resistencia a la flexión (5% mármol - 28 días)**

- **Hipótesis Nula:** La adición del 5% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino no incrementará la resistencia a la flexión del concreto f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>

- **Hipótesis Alternativa:** La adición del 5% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino incrementará la resistencia a la flexión del concreto f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>

**Pruebas de normalidad**

RESISTENCIA	Resistencia a la flexión	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	CONCRETO PATRÓN	,251	3	.	,966	3	,646
	CONCRETO CON 5% DE RESIDUOS DE MÁRMOL	,196	3	.	,996	3	,880

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Estadísticas de grupo**

RESISTENCIA	Resistencia a la flexión	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
	CONCRETO CON 5% DE RESIDUOS DE MÁRMOL	3	45,2433	,50600	,29214

**Prueba de muestras independientes**

RESISTENCIA	Se asumen varianzas iguales	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
	iguales	,118	,748	-11,017	4	,000	-4,07000	,36944	-5,09574	-3,04426
	No se asumen varianzas iguales			-11,017	3,764	,001	-4,07000	,36944	-5,12165	-3,01835

**t = -11.017; sig. (bilateral) es: 0.000**, siendo menor al **0.05 (5%)**, por consiguiente, se acepta la hipótesis planteada en la investigación.

## H) Prueba t de student IBM SPSS - resistencia a la flexión (10% mármol - 28 días)

- **Hipótesis Nula:** La adición del 10% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino no incrementará la resistencia a la flexión del concreto f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>

- **Hipótesis Alternativa:** La adición del 10% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino incrementará la resistencia a la flexión del concreto f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>

### Pruebas de normalidad

	Resistencia a la flexión	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA	CONCRETO PATRÓN	,251	3	.	,966	3	,646
	CONCRETO CON 10% DE RESIDUOS DE MÁRMOL	,304	3	.	,907	3	,407

a. Corrección de significación de Lilliefors

### Estadísticas de grupo

RESISTENCIA	Resistencia a la flexión	N	Media	Desviación	Media de error
				estándar	estándar
	CONCRETO PATRÓN	3	41,1733	,39171	,22615
	CONCRETO CON 10% DE RESIDUOS DE MÁRMOL	3	48,3367	,09452	,05457

### Prueba de muestras independientes

RESISTENCIA	Se asumen varianzas iguales	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
	No se asumen varianzas iguales	4,086	,113	-30,791	4	,000	-7,16333	,23264	-7,80925	-6,51742
				-30,791	2,232	,001	-7,16333	,23264	-8,07089	-6,25577

**t = -30.791; sig. (bilateral) es: 0.000**, siendo menor al **0.05 (5%)**, por consiguiente, se acepta la hipótesis planteada en la investigación.



**I) Prueba t de student IBM SPSS - resistencia a la flexión (15% mármol - 28 días)**

- **Hipótesis Nula:** La adición del 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino no incrementará la resistencia a la flexión del concreto f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>

- **Hipótesis Alternativa:** La adición del 15% de residuos de mármol como sustituto parcial del agregado fino incrementará la resistencia a la flexión del concreto f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>

**Pruebas de normalidad**

	Resistencia a la flexión	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA	CONCRETO PATRÓN	,251	3	.	,966	3	,646
	CONCRETO CON 15% DE RESIDUOS DE MÁRMOL	,302	3	.	,911	3	,420

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Estadísticas de grupo**

	Resistencia a la flexión	N	Media	Desviación	Media de error
				estándar	estándar
RESISTENCIA	CONCRETO PATRÓN	3	41,1733	,39171	,22615
	CONCRETO CON 15% DE RESIDUOS DE MÁRMOL	3	49,9800	,55018	,31765

**Prueba de muestras independientes**

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
RESISTENCIA	Se asumen varianzas iguales	,635	,470	-22,585	4	,000	-8,80667	,38993	-9,88928	-7,72405
	No se asumen varianzas iguales			-22,585	3,613	,000	-8,80667	,38993	-9,93657	-7,67676

**t = -22.585; sig. (bilateral) es: 0.000**, siendo menor al **0.05 (5%)**, por consiguiente, se acepta la hipótesis planteada en la investigación.

**Anexo 14. Panel fotográfico**

<b>Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto f'c: 210 kg/cm2, mediante la adición de residuos de mármol.</b>	
<b>Imagen 1</b>	<b>Imagen 2</b>
 <p>Botadero de residuos - Pierinelli S.A.C. Fuente: propia</p>	 <p>Lámina de mármol - Pierinelli S.A.C. Fuente: propia</p>
<b>Imagen 3</b>	<b>Imagen 4</b>
 <p>Residuos procedentes del corte de láminas de mármol - Pierinelli S.A.C. Fuente: propia</p>	 <p>Botadero de residuos - Pierinelli S.A.C. Fuente: propia</p>

**Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de mármol**

**Imagen 5**



Marmolería Jesucristo - El Agustino  
Fuente: propia

**Imagen 6**



Botadero de residuos de mármol  
Lajas Perú - Cieneguilla  
Fuente: propia

**Imagen 7**



Marmolería Esculturas Felipe - El Agustino  
Fuente: propia

**Imagen 8**



Marmolería Jesucristo - El Agustino  
Fuente: propia

**Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de mármol**

**Imagen 9**



Residuos de mármol  
Fuente: propia

**Imagen 10**



Residuos de mármol  
Fuente: propia

**Imagen 11**



Residuos de mármol triturado  
Fuente: propia

**Imagen 12**



Ensayo de contenido de humedad de los agregados  
Fuente: propia

**Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de mármol**

**Imagen 13**



Ensayo granulométrico de los agregados  
Fuente: propia

**Imagen 14**



Ensayo granulométrico de los agregados  
Fuente: propia

**Imagen 15**



Ensayo de peso unitario compactado del agregado fino  
Fuente: propia

**Imagen 16**



Equipos para el ensayo granulométrico del mármol  
Fuente: propia

**Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de mármol**

**Imagen 17**



Ensayo de peso unitario suelto del agregado fino  
Fuente: propia

**Imagen 18**



Ensayo de peso unitario suelto del agregado grueso  
Fuente: propia

**Imagen 19**



Ensayo de peso unitario compactado del agregado grueso  
Fuente: propia

**Imagen 20**



Ensayo de peso unitario compactado del mármol triturado  
Fuente: propia

**Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de mármol**

**Imagen 21**



Ensayo de peso unitario suelto del mármol

Fuente: propia

**Imagen 22**



Ensayo del peso específico y absorción del mármol

Fuente: propia

**Imagen 23**



Ensayo del peso específico y absorción del mármol

Fuente: propia

**Imagen 24**



Ensayo del peso específico y absorción del mármol

Fuente: propia

**Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de mármol**

**Imagen 25**



Ensayo del peso específico y absorción del agregado fino  
Fuente: propia

**Imagen 26**



Ensayo del peso específico y absorción del agregado fino  
Fuente: propia

**Imagen 27**



Ensayo del peso específico y absorción del agregado fino  
Fuente: propia

**Imagen 28**



Ensayo del peso específico y absorción del agregado grueso  
Fuente: propia



**Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de mármol**

**Imagen 29**



Vertido de los residuos de mármol en la mezcladora  
Fuente: propia

**Imagen 30**



Vertido de los residuos de mármol en la mezcladora  
Fuente: propia

**Imagen 31**



Vertido de los residuos de mármol en la mezcladora  
Fuente: propia

**Imagen 32**



Mezclado de los agregados  
Fuente: propia

**Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de mármol**

**Imagen 33**



Slump - mezcla patrón  
Fuente: propia

**Imagen 34**



Slump - mezcla 5% residuos de mármol  
Fuente: propia

**Imagen 35**



Slump - mezcla 10% residuos de mármol  
Fuente: propia

**Imagen 36**



Slump - mezcla 15% residuos de mármol  
Fuente: propia

**Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto f'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de mármol**

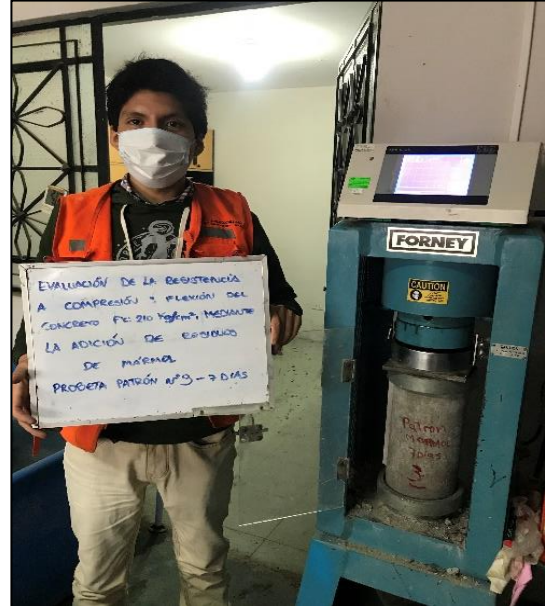
**Imagen 37**



Rotura de probeta patrón - 7 días

Fuente: propia

**Imagen 38**



Rotura de probeta patrón - 7 días

Fuente: propia

**Imagen 39**



Rotura de probeta patrón - 7 días

Fuente: propia

**Imagen 40**



Rotura de probeta patrón - 14 días

Fuente: propia

**Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de mármol**

**Imagen 41**



Rotura de probeta patrón - 28 días  
Fuente: propia

**Imagen 42**



Rotura de probeta 5% mármol - 7 días  
Fuente: propia

**Imagen 43**



Rotura de probeta 5% mármol - 14 días  
Fuente: propia

**Imagen 44**



Rotura de probeta 5% mármol - 28 días  
Fuente: propia

**Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de mármol**

**Imagen 45**



Rotura de probeta 10% mármol - 7 días  
Fuente: propia

**Imagen 46**



Rotura de probeta 10% mármol - 14 días  
Fuente: propia

**Imagen 47**



Rotura de probeta 10% mármol - 28 días  
Fuente: propia

**Imagen 48**



Rotura de probeta 15% mármol - 7 días  
Fuente: propia

**Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de mármol**

**Imagen 49**



Rotura de probeta 15% mármol - 14 días

Fuente: propia

**Imagen 50**



Rotura de probeta 15% mármol - 28 días

Fuente: propia

**Imagen 51**



Curado de vigas

Fuente: propia

**Imagen 52**



Rotura de viga patrón - 7 días

Fuente: propia

**Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de mármol**

**Imagen 53**



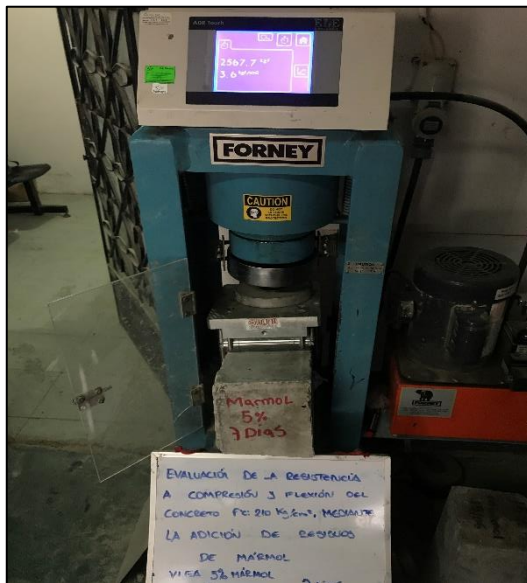
Rotura de viga patrón – 14 días  
Fuente: propia

**Imagen 54**



Rotura de viga patrón – 28 días  
Fuente: propia

**Imagen 55**



Rotura de viga 5% mármol – 7 días  
Fuente: propia

**Imagen 56**



Rotura de viga 5% mármol – 14 días  
Fuente: propia

**Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de mármol**

**Imagen 57**



Rotura de viga 5% mármol – 28 días  
Fuente: propia

**Imagen 58**



Rotura de viga 10% mármol – 7 días  
Fuente: propia

**Imagen 59**



Rotura de viga 10% mármol – 14 días  
Fuente: propia

**Imagen 60**



Rotura de viga 10% mármol – 28 días  
Fuente: propia



**Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, mediante la adición de residuos de mármol**

**Imagen 61**



Rotura de viga 15% mármol – 7 días  
Fuente: propia

**Imagen 62**



Rotura de viga 15% mármol – 14 días  
Fuente: propia

**Imagen 63**



Rotura de viga 15% mármol – 28 días  
Fuente: propia

**Imagen 64**



Rotura de vigas  
Fuente: propia