



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis del concreto al adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST para evaluar la efectividad de retracción en el desempeño del pavimento – San Martín de Porres, 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORA:

Br. Roca Taboada, María Vanessa (ORCID: 0000-0002-7806-0287)

ASESOR:

Mg. Benites Zúñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

Lima - Perú

2019

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación se lo dedico a mi padre Miguel Ángel Roca Espinoza, quien en vida me inculco los valores de humildad, respeto, perseverancia y dedicación para lograr enfrentar la vida donde habrá grandes obstáculos pero siempre encontraremos un camino lleno de bendiciones y amor.

Por todo el gran amor que siento hacia él; lograremos al fin obtener este logro, que es de los dos, verme convertida en una ingeniera, comprometida a dar siempre lo mejor de mí.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios y a la Virgen de Guadalupe por alimentar mi fe ante las adversidades suscitadas; siempre me han mostrado y guiado el camino para poder salir adelante.

A mi padre Miguel Ángel Roca, mi madre Elsa Taboada, mi abuela María Chavesta y a toda mi familia y amigos por creer en mí y siempre brindarme su apoyo incondicional para poder a cumplir esta meta.

No ha sido sencillo el camino, pero con su amor y apoyo todo se puede y al fin diremos lo logramos. A todos ellos, gracias de corazón.

PÁGINA DEL JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD



Declaratoria de Originalidad del Autor

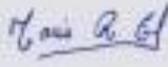
Yo, **ROCA TABOADA, María Vanessa** estudiante de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Informe de Investigación titulado:

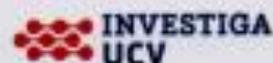
"Análisis del concreto al adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST para evaluar la efectividad de retracción en el desempeño del pavimento – San Martín de Porres, 2019", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima 16 de diciembre de 2019

Apellidos y Nombres del Autor ROCA TABOADA, María Vanessa	
DNI: 75447286	Firma 
ORCID: 0000-0002-7806-0287	



ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PÁGINA DEL JURADO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO.....	42
2.1. Diseño de la investigación.....	43
2.2. Variables y operacionalización	44
2.3. Población y muestra.....	46
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos,	
Validez y confiabilidad	47
2.5. Procedimientos	49
2.6. Aspectos éticos.....,,.....	70
III. RESULTADOS.....	71
IV. DISCUSIÓN.....	97
V. CONCLUSIONES.....	102
VI. RECOMENDACIONES.....	105
REFERENCIAS..	107
ANEXOS	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Proceso de hidratación	32
Figura 2 Típica Fisuración Por Retracción Plástica.....	33
Figura 3 Creep” Y Retracción Del Concreto Realizados Con Cementos De Distintos Aspectos	35
Figura 4 Vínculo Entre La Capacidad De Agua Del Concreto Fresco Y La Contracción Por Secado.....	36
Figura 5 Correlación entre contenido de agregados y módulos de elasticidad.....	36
Figura 6 Producto clásico del volumen de agua del concreto sobre la retracción por secado	37
Figura 7 Correlación entre el tiempo para concreto expuestos a diferentes humedades parciales y la retracción. Rango de tiempo de 28 días.	38
Figura 8 Mecanismo de fisuración a causa de la retracción restringida	39
Figura 9 Dominio de la contracción, creep y resistencia en el lapso de fisuración.....	40
Figura 10 Diferencias entre fisuras y grietas	41
Figura 11 Fisura por retracción.....	41
Figura 12 esquema de una central carboeléctrica	43
Figura 13 Tamaño de partículas de la ceniza volante	46
Figura 14 Lugar de cantera UNICON- Agregado Grueso	61
Figura 15 Lugar de cantera TRAPICHE- Agregado fino.....	62
Figura 16 Laboratorio LEM-UNI	62
Figura 17 Ubicación del proyecto -Asociación Villa Rica- S.M.P.....	63
Figura 18 Secado del agregado y pesado en la balanza	70
Figura 19 Dosificación grafica del agregado mediante Bolomey	74
Figura 20 Método de finura de Bolomey	75
Figura 21 Toma de lectura de las viguetas de concreto	76
Figura 22 anillos de concreto	77
Figura 23 Medición de fisuras de los anillos	77
Figura 24 Medidas del molde de probeta cilíndrico	78
Figura 25 Probetas	79
Figura 26 Equipo para hallar la compresión	79

Figura 27 Ensayo de flexión	80
Figura 28 Curva granulométrica del agregado fino	84
Figura 29 Curva granulométrica del agregado grueso	85
Figura 30 Curva granulométrica del agregado global	85
Figura 31 Diseño F1	86
Figura 32 Diseño F2	87
Figura 33 Diseño F3	88
Figura 34 Diseño F4	88
Figura 35 Cuadro estadístico resistencia a los 7 días –F1.....	89
Figura 36 Cuadro estadístico resistencia a los 7 días –F2.....	90
Figura 37 Cuadro estadístico resistencia a los 7 días – F3.....	91
Figura 38 Cuadro estadístico resistencia a los 7 días – F4.....	91
Figura 39 Cuadro estadístico comparativo a los 7 días	92
Figura 40 Cuadro estadístico resistencia a los 14 días- F1.....	93
Figura 41 Cuadro estadístico resistencia a los 14 días- F2	93
Figura 42 cuadro estadístico resistencia a los 14 días – F3.....	94
Figura 43 Cuadro estadístico resistencia a los 14 días – F4	95
Figura 44 Cuadro estadístico comparativo a los 14 días	95
Figura 45 Cuadro estadístico resistencia a los 21 días – F1	95
Figura 46 Cuadro estadístico resistencia a los 21 días – F2	97
Figura 47 Cuadro estadístico resistencia a los 21 días – F3	98
Figura 48 Cuadro estadístico resistencia a los 21 días – F4.....	98
Figura 49 Cuadro estadístico comparativo a los 21 días	99
Figura 50 Cuadro estadístico comparativo a los 28 días	100
Figura 51 Longitud promedio de los 4 diseños- 1er día	101
Figura 52 Longitud promedio de los 4 diseños- 28 días	101
Figura 53 Resultado final de variacion longitudinal.....	103
Figura 54 Fisuras halladas en el diseño F4	105
Figura 55 Curvas de resistencia a flexión	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Definiciones de trabajabilidad de varias instituciones	24
Tabla 2 Porcentaje de humedad adquirido	28
Tabla 3 Resultado del tipo de agregado sobre la retracción	37
Tabla 4 Clasificación de fisuras según su tamaño	42
Tabla 5 Clasificación de las fisuras según su comportamiento	43
Tabla 6 Requerimiento químico	44
Tabla 7 Ensayo de laboratorios	60
Tabla 8 Datos proporcionados por el laboratorio por el laboratorio analítico sur	63
Tabla 9 Tamices.....	64
Tabla 10 Tamaño máximo nominal	66
Tabla 11 Peso requerido del agregado grueso según el TN	69
Tabla 12 Tamices para granulometría agregado grueso	69
Tabla 13 Cantidad mínima recomendada para ensayo de P.E. y % ABS.....	70
Tabla 14 Cantidad (kg) de agua por metro cúbico de hormigón.....	72
Tabla 15 Rango de resistencia requerida	72
Tabla 16 Relación agua/ cemento (A/C)	73
Tabla 17 Coeficiente A de la ecuación de BOLOMEY.	74
Tabla 18 Medidas del anillo según NTP	78
Tabla 19 Análisis granulométrico del agregado fino	83
Tabla 20 Análisis granulométrico del agregado grueso	84
Tabla 21 Análisis granulométrico global	85
Tabla 22 Dosificación del diseño F1	86
Tabla 23 Dosificación del diseño F2	86
Tabla 24 Dosificación del diseño F3	87
Tabla 25 Dosificación del diseño F4	88
Tabla 26 Resistencia de la compresión a los 7 días - F1	89

Tabla 27 Resistencia de la compresión a los 7 días- F2	89
Tabla 28 Resistencia de la compresión a los 7 días- F3.....	90
Tabla 29 Resistencia de la compresión a los 7 días-F4	91
Tabla 30 Resistencia de la compresión a los 14 días- F1	92
Tabla 31 Resistencia de la compresión a los 14 días- F2	93
Tabla 32 Resistencia de la compresión a los 14 días- F3	94
Tabla 33 Resistencia de la compresión a los 14 días- F4	94
Tabla 34 Resistencia de la compresión a los 21 días- F1	96
Tabla 35 Resistencia de la compresión a los 21 días- F2	96
Tabla 36 Resistencia de la compresión a los 21 días- F3	97
Tabla 37 Resistencia de la compresión a los 21 días- F4	98
Tabla 38 Resistencia de la compresión a los 28 días de todos los diseños	99
Tabla 39 Comparativo de asentamiento.....	100
Tabla 40 Variación de longitud base	102
Tabla 41 comparativo de variaciones longitudinales de viguetas	102
Tabla 42 Variación longitudinal final	103
Tabla 43 Evaluación para diseño F1	104
Tabla 44 Evaluación para diseño F2	104
Tabla 45 Evaluación para diseño F3	104
Tabla 46 Evaluación para diseño F4	104
Tabla 47 Comparativo de resistencia a flexión de los 4 diseños.....	106
Tabla 48 Relación entre resistencia a la compresión y flexión	107
Tabla 49 Resistencias Requeridas.....	110
Tabla 50 Comparativo de asentamiento.....	113
Tabla 51 Comparativo de variación longitudinal.....	114
Tabla 52 Cantidad de fisuras	114
Tabla 53 Resistencia a la Flexión	114

RESUMEN

El presente proyecto de investigación se llevó a cabo en el departamento de Lima, distrito de San Martín de Porres, cuya finalidad tuvo el analizar el comportamiento de la ceniza volante y ZRR-PLAST al ser adicionado al concreto, evaluando la retracción en un pavimento de tipo rígido.

El objetivo principal de esta tesis fue determinar qué efecto produce al adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST al concreto, determinar su resistencia y variaciones longitudinales de acuerdo al diseño de mezcla realizado; teniendo en cuenta que la retracción es una propiedad donde se evaluó al concreto en el estado de fresco, fraguado y endurecido; en este caso se realizó 4 diseños de mezcla; el diseño F1(diseño patrón), F2(diseño patrón más aditivo), F3 (diseño patrón más ceniza) y F4 (diseño patrón más aditivo y ceniza).

Según los ensayos realizados, se concluyó que el implemento de aditivo y ceniza al concreto es beneficioso puesto que aumenta su capacidad de resistencia, también se obtuvo una disminución en fisuras en el periodo que fueron evaluados mediante anillos de acero; siendo esta la efectividad que se buscaba de la retracción en el concreto.

El tipo de investigación se denotó como aplicada, la población que se utilizó es el concreto, ceniza volante, aditivo ZRR-PLAST y las muestras fueron las 48 probetas, 4 anillos, 4 viguetas y 4 vigas. Por otra parte, las fichas de recolección de datos que se emplearon fueron las que proporcionaron el laboratorio LEM-UNI; puesto que están certificadas por los expertos en el tema, llegando como resultado final de la investigación un aumento en la resistencia a la compresión al adicionar ceniza se obtuvo $F'c$ de 320 kg/cm², con el ZRR-PLAST $F'c$ de 556 kg/cm² y al combinar los 2 un $F'c$ de 544 kg/cm², obteniendo un mejor proceso de post fisurado.

Palabras claves: Concreto, Retracción, ceniza volante y ZRR-PLAST

ABSTRACT

This research project was carried out in the department of Lima, district of San Martín de Porres, whose purpose was to analyze the behavior of fly ash and ZRR-PLAST when added to concrete, evaluating the characteristic of retraction in a rigid type pavement.

The main objective of this thesis was to determine what effect it produces by adding fly ash and ZRR-PLAST to the concrete of the pavement and determine its resistance, capacity to support external loads and longitudinal variations according to the mix design that was performed; taking into account that retraction is a property where concrete is evaluated in the state of fresh, set and hardened; In this case, 4 mix designs were made; F1 design (concrete pattern design), F2 (more additive pattern design), F3 (more ash pattern design) and F4 (more additive and ash pattern design).

According to the tests carried out, it was concluded that the attachment of additive and ash to concrete is beneficial since it increases its resistance capacity reaching 500 kg / cm²; a decrease in fissures was also obtained in the period of 28 days that the 4 types of mixture were evaluated by steel rings; the latter is in one way or another the effectiveness that was sought from the retraction in the concrete.

The type of research was denoted as applied since knowledge focused on the shrinkage of concrete was used, thus providing a contribution to the future, the population used is concrete, fly ash, ZRR-PLAST additive and the samples were the 48 specimens, 4 rings, 4 joists and 4 beams which were evaluated. On the other hand, the data collection sheets that were used were those provided by the UNI materials testing laboratory; Since they are certified by experts in the field, reaching as a final result of the investigation a considerable increase in compressive strength when adding ash, F'c of 320 kg / cm² was obtained, with the ZRR-PLAST F'c of 556 kg / cm² and by combining the 2 an F'c of 544 kg / cm² observing that the resistance can be improved if some material is added to the concrete obtaining a better post-cracking process.

Keywords: Concrete, Shrink, fly ash and ZRR-PLAST

I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la construcción, en la actualidad se tiene un notable desarrollo y gran aceptación en el mercado a nivel mundial y nacional. Esta se encuentra en la etapa de innovación y búsqueda de nuevos métodos, sistemas que permitan facilitar los diversos trabajos para la ejecución de grandes proyectos teniendo en cuenta las necesidades específicas.

Un claro ejemplo es la preocupación por analizar y evaluar las propiedades y características de los materiales básicos usados en el mercado de la construcción, como es el caso del cemento, morteros, concreto, ladrillos, entre otros que son materia indispensable para esta industria.

Cueva & Quispe (2017) indican que:” El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes” (p.65).

Concordando con el Autor partiremos del término propiedades que es nuestro punto de inicio para nuestra problemática, todo elemento contiene características particulares que hacen único al elemento; en este caso se busca que el concreto muestre un desempeño eficiente para su trabajabilidad.

En el estudio de las propiedades del concreto es sustancial se debe tener en cuenta que están ligadas con las proporciones relativas y características de los elementos complementarios; es decir su consistencia, naturaleza, porción de la pasta es primordial para las peculiaridades del concreto. Siendo la relación agua y cemento la más importante (Rivva López, 2000, p.22).

Ante lo expuesto de la relación agua- cemento, nos enfocaremos en una propiedad de suma importancia; la retracción es un fenómeno que se genera por la pérdida de humedad del concreto, esto conlleva a un acortamiento de los elementos, lo que a su vez genera esfuerzos internos en las estructuras, si bien es cierto en algunos casos este fenómeno se distribuye de manera óptima en la estructura no ocasionando consecuencias visibles.

Evaluando lo dicho por el autor comparamos con los productos de pruebas de laboratorio adquiridos del Departamento de Transporte de California, donde indican que durante el proceso de curado húmedo en 7,14 y 28 días se halla ligera retracción en los tres casos respectivamente. Deduciendo que el someter al concreto a un curado húmedo prolongado no sería beneficioso, puesto que tendería a fisurarse de manera inmediata. La vulnerabilidad

presentada ante los efectos que padece el concreto en sus dos procesos; endurecimiento y secado finalmente traerá efectos como fisuras superficiales, principal manifestación de la retracción en su comportamiento estructural, debido a las tensiones internas de tracción que se generan. Convirtiéndose en una preocupación y malestar no solo para los profesionales quienes han realizado los proyectos; sino también para la población quienes al ver fallas cuestionaran el profesionalismo del plantel profesional.

Por ello se tiene que tener un correcto análisis de todos los efectos posibles que pueda ocurrir a causa de los desequilibrios en las propiedades, en particular de la retracción que es un fenómeno inherente al concreto y estará afectándolo siempre de una manera directa e indirecta. Unos claros ejemplos en nuestro ambiente son los pavimentos que tienen en muchos casos solo meses de haber sido ejecutado y ya presentan fisuras y grietas en gran parte del área construida.

Como se sabe en la actualidad siempre se busca dar soluciones y la gran mayoría de especialistas proponen el uso de los llamados aditivos; quienes gracias a sus propiedades compensan y regulan las carencias de características del concreto; dosificando de manera adecuada la porción a usar de estos materiales de apoyo.

Ante esto, el proyecto de investigación a desarrollar tiene el objetivo de analizar la efectividad de la retracción en el concreto, pero a este elemento se le añadirá dos componentes enriqueciendo así la naturaleza del concreto para tener como finalidad optimizar la retracción, en este caso será evaluado en el comportamiento de un pavimento ubicado en Villa Rica de Chuquitanta; mediante el empleo de diversos ensayos de laboratorio e inspección visual de campo; teniendo como objetivo dos puntos clave; el primero es desarrollarnos como profesionales al encontrar una solución óptima ante el fenómeno expuesto y el segundo es invitar a que posteriores estudiantes e ingenieros afiancen e innoven sus conocimientos para sugerir, plantear y determinar la manejabilidad del concreto.

González (2017) en su tesis para obtener el grado de magister titulada "Análisis de la efectividad en la retracción de concretos al adicionar ceniza volante y un aditivo compensador", sustentada en la universidad Nacional de Colombia, cuyo objetivo general fue: Analizar el comportamiento del fenómeno de retracción en concretos diseñados con mezclas a base de ceniza volante y un aditivo compensador. La metodología se basó en el enfoque cuantitativo, trabajo con una población de 3 viguetas y 3 anillos y se infirió lo

siguiente: En el ensayo de la norma ASTM C.1581 - que determina la edad en el agrietamiento y la tensión inducida por tensión características del mortero y del hormigón bajo contracción restringida - se pudo comprobar que, en concretos adicionados con EUCOCOMP 100, el agrietamiento total en los anillos fue controlado por un periodo de tiempo largo (después de los 11 días). Para los diseños de mezcla 1 y 4, la retracción presentada estuvo en un orden de magnitud de -20×10^{-3} mm; mientras que, en el diseño de mezcla 3, estuvo en -40×10^{-3} mm. Sin embargo, el diseño de mezcla que toleró mayor magnitud de retracción fue el 2, el cual fue de -120×10^{-3} mm. Los diseños de mezcla que contenían ceniza volante del Sochagota clase F tuvieron un comportamiento similar en sus muestras, Los resultados comprueban que las adiciones de ceniza volante y aditivo Eucocomp100 permiten tolerar mayor agrietamiento, durante periodos de tiempo mayores.

Lozano (2017), en su investigación para obtener el grado de Ingeniero Civil titulada “Análisis De La Resistencia A La Compresión Y Flexión En Morteros Activados Alcalinamente Con Ceniza Volante Sin La Utilización De Cemento Portland“, sustentada en la Universidad la Gran Colombia, cuyo objetivo es estudiar la resistencia a la flexión y compresión en mortero activado debido a la implementación de ceniza volante sustituyendo el cemento portland. Este tipo de investigación tiene como gran herramienta al análisis estadístico; conllevando un análisis de manera específica, considera una investigación de tipo experimental- correlacional comparando así los grupos para saber las propiedades de estos especímenes. Así mismo se trabajó con una población estadística puesto que se analizó los morteros con ceniza volante y otros con cemento portland. Afirmando lo siguiente: en el ámbito mecánico la mezcla obtuvo una resistencia a compresión de 25.4 MPa evaluado a 28 días, cumplió lo suscrito bajo la NTC 220 para el mismo periodo y se logró mejorar resistencias requerida. Los resultados permitieron llegar a la conclusión del gran potencial que posee los materiales geo poliméricos en una posible situación para sustituir al cemento tipo I, siendo este un material indispensable en el uso general, cabe resaltar que el uso de ceniza puede facilitar el proceso de aprovechamiento de residuos industriales para un bien común.

Según Ocampo y Macías (2015) en su tesis de master titulada “Estudio a nivel Colombia de la influencia del aditivo better mix en estado fresco, semi endurecido y endurecido del concreto estructural”, sustentada en la Universidad de La Salle Ciencia Unisalle, cuyo objetivo general que se persigue en esta tesis de Titulación es estudiar la influencia del

aditivo BETTER MIX usando 14 mezclas de concreto, en los cuales se dividió en cuatro bloques de estudio. En el primer bloque, se empleó un solo tipo de cemento (Argos) y tres diversas dosificaciones del aditivo “Better Mix”, el segundo, tercero, y cuarto bloque de la investigación, los cuales consistían en implementar las marcas de cemento Cemex y Holcim. Las cuales fueron llegando a una resistencia de 28 MPa evaluando las propiedades en el estado fresco, semi endurecido y endurecido del concreto. La metodología de la investigación es un diseño experimental ya que obtendrá información trabajada en laboratorio y concluyo que: La implementación del aditivo, tiene gran influencia en la contracción del concreto, para la edad de 14 días se mantiene relativamente constante, pero a los 28 días se presentan variaciones, especialmente para M2 donde se aumentó un 85.15% en la contracción, la mezcla que presenta un mejor comportamiento para este ensayo fue M4, debido a que sus resultados no tuvieron gran variación con respecto a M1, los resultados indican que el aditivo tuvo influencia en los de manera óptima en el proceso de fisuración considerando el ancho y tiempo de fisuras.

Yapuchura (2019), en su tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil titulada “Influencia de la ceniza volante en el incremento de la resistencia a la compresión y flexión para losas de concreto de $f'c=210$ kg/cm² utilizando agregado de la cantera Arunta – Tacna.”, sustentada en la Universidad Nacional de Trujillo, cuyo objetivo general es hallar la influencia de la ceniza volante como reemplazo porcentual del cemento en el incremento de la resistencia a la compresión y flexión para losas de concreto de $f'c = 210$ kg/cm². El tipo de investigación pertenece al tipo explicativo; puesto que se emplea la recopilación de datos; en este caso el sustituir el material, la evaluación de la resistencia de compresión y flexión a diversas edades; demostrando así la hipótesis. Para ello se realizaron 60 unidades de bloques de concreto para determinar la compresión del concreto y 10 vigas de concreto para roturas a flexión; cabe indicar que se usa la proporción la ceniza en la proporción de 0%, 2.5%, 5%, 10% y 15% con respecto a su peso del cemento; así mismo el ensayo de resistencia de compresión se llevó a cabo en las edades de 7, 14, 28 y 90 días, y en el caso de las vigas de concreto se realizaron para roturas a los 28 días. Finalmente, concluyo que **según los ensayos** dados los óptimos resultados se hallaron en los porcentajes 2.5% a 10%, sin embargo el 5% resulta ser el reemplazo correcto; la resistencia a compresión con 0% de ceniza volante es de 221.7kg/cm² y cuando se reemplazó el 5 % de ceniza es de 249.2 kg/cm² ambos evaluados a los 28 días, esto indica un incremento favorable del 12.4. % en el diseño ´propuesto.

Vera (2018) en su tesis para obtener el grado profesional de ingeniero civil titulada "Resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de cemento en 15% por ceniza de tuna o nopal", sustentada en la Universidad San Pedro, cuyo objetivo general de la presente tesis es poder evaluar la efectividad de la ceniza como un posible sustituto de cemento, para ello se consideró una población de análisis a un conjunto de probetas de diseño de concreto tradicional de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ y con una muestra de 18 probetas cilíndricas de concreto, en las cuales 9 probetas con un 0% (diseño tradicional) y 9 probetas para el 15% ceniza (diseño experimental). El tipo de investigación es aplicada, debido a que los resultados obtenidos fueron adecuados para la solución de problemas que se suscitan en la construcción, en este caso en el comportamiento de la resistencia al añadir ceniza. Así mismo se concluyó que al incorporar el 15% de ceniza de tuna, no llegó a superar la resistencia a compresión estimada en las edades de 7, 14 y 28 días obteniendo los siguientes porcentajes de 17.14%, 26.07% y 32.49% respectivamente siendo inferiores a la compresión estimada de 210 kg/cm^2 . Finalmente comprobando que la ceniza aún no está preparada para cubrir las expectativas de ser reemplazante del concreto.

Peña y Contreras (2017) en su tesis para obtener el título de ingeniero civil titulada "Análisis de la resistencia a la compresión y permeabilidad en el concreto adicionando dosificaciones de cenizas volantes de carbón en la mezcla", sustentada en la universidad privada del norte. Siendo su objetivo general: Aumentar la resistencia a la compresión y disminuir la permeabilidad en el concreto añadiendo cenizas volantes de carbón en dosificaciones del 1.5%, 3%, 4.5% y 6% en el diseño de mezcla. El diseño fue Cuasi experimental, debido a que se tomaron grupos que ya están integrados, se trabajó con una población de 40 probetas cilíndricas. Los tesisistas concluyeron que: Se logró el aumento de la resistencia a la compresión, así mismo se disminuyó la permeabilidad en el concreto patrón añadiendo dosificaciones del 1.5%, 3%, 4.5% y 6% de ceniza volante de carbón. Por consiguiente, a mayor capacidad de soporte de carga, mayor aceptabilidad del concreto para requerimientos de resistencia a la compresión; por otro lado, a menor penetración de agua en el concreto, mayor contribución de concretos de baja permeabilidad. Finalmente se recomienda la aplicación de la ceniza volante para obras de arte y drenajes en carretas, losas industriales, losa de pavimentos, reservorios, canales y uso en general en obras que requieran baja permeabilidad; claro está teniendo un correcto diseño usando cantidades apropiadas para no eliminar del todo las grandes características que tiene el concreto.

Según Coila y Layza (2015) en su tesis para obtener el grado de ingeniero titulada “Influencia De La Relación Agua Cemento y El Agregado Fino En La Retracción y/o Contracción Para Concretos En Arequipa”, sustentada en la Universidad Nacional de San Agustín, cuyo objetivo general fue: Evaluar la contracción y/o retracción del concreto utilizando diferentes relaciones de agua/cemento y agregado fino para las condiciones en Arequipa. La metodología de la investigación es de diseño experimental, teniendo como variable dependiente contracción y variable independiente a la relación agua – cemento. y agregado fino; se trabajó con una población de 21 viguetas , 14 anillos , 63 probetas(evaluadas en las edades 7, 14 y 28 días) teniendo en cuenta la relación de agua/ cemento 0.40, 0.45, 0.50,0.55, 0.60, 0.65, 0.70 para el diseño de cada ensayo realizado. Así mismo se concluyó que: En los anillos de retracción restringida con concretos de variable relación a/c menor (de 0.40 a 0.50) y variable contenido de agregado fino menor (de 24% a 29%), el indicador ancho de aparición de la primera fisura fue mayor en grosor, con un tiempo de aparición de 10 a 15 días y con una característica de aparición, en algunos anillos, de manera “explosiva”; así mismo se tuvo en cuenta que La temperatura no afecto de manera considerable a nuestro concreto en estado fresco, ya que la elaboración del concreto para los ensayos se programó para que se hiciera a una misma hora en los días de la semana, se tuvo la temperatura ambiente (en el rango de 20°C a 25°C) y la temperatura del concreto fresco (en el rango de 20°C a 22°C). los aportes de esta tesis es que se puede ver la influencia de la relación agua y cemento ante el proceso de la retracción; como se sabe este es el primordial factor en la aparición de prontas fisuras en el concreto.

Vergara (2015) en su investigación para obtener el título de ingeniero civil titulada “Influencia de los aditivos plastificantes tipo A sobre la compresión, peso unitario y asentamiento en el concreto estructural”, sustentada en la Universidad Nacional de Trujillo, cuyo objetivo es determinar la influencia de los aditivos plastificantes de la categoría A sobre la resistencia a compresión, asentamiento y peso unitario concreto. El tipo de investigación es aplicada, se utilizaron 702 kg de mezcla de concreto en estado fresco, empleados en los ensayos de asentamiento y peso unitario, respaldadas en las normas ASTM C143 y ASTM C138 respectivamente; elaborando también probetas de concreto en estado endurecido cuyo diámetro fue de $\emptyset = 15$ cm. y altura = 30 cm, basado en la norma ASTM C39 para los ensayos de resistencia a compresión y concluyo lo siguiente: el empleo del aditivo Chema Plast llevo a una resistencia de 280 kg/cm²,empleando el 1.6% de la dosificación, evaluado

en una edad de 28 días, por otro lado el aditivo WR91llego a una resistencia de 305 kg/cm², empleando el 0.4% de aditivo, evaluado a la misma edad. Vale resaltar que el uso del aditivo plastificante EucoWR91 es el más eficiente y debería ser empleado al uso frecuente en las mezclas de concreto e incluida en empresas concreteras, puesto que genera un concreto trabajable, durable, ahorrando tiempo y sobre todo optimiza la resistencia a la compresión.

Por ultimo Barrantes y Holguin (2015) en su tesis para obtener el título de Ingeniero de Materiales titulada “Influencia del porcentaje de reemplazo de ceniza volante por cemento, sobre la resistencia a la compresión y absorción en la fabricación de adoquines de transito liviano”, sustentada en la Universidad Nacional de Trujillo. Siendo el objetivo general encontrar y explicar la influencia de reemplazar ceniza por cemento, evaluado en la resistencia a la compresión y absorción de adoquines para un tránsito liviano. El tipo de investigación es aplicada, empleando una muestra de 30 adoquines en forma de paralelepípedos con las siguientes medidas 4 x10 x 20 cm distribuidos entre los ensayos de absorción y resistencia a la compresión diseñados bajo la norma NTP 399.611. Concluyendo que: al añadir ceniza volante la resistencia a la compresión aumenta hasta un 20% con un valor de 361.33 Kg/cm²; así mismo a mayor adición de porcentaje la resistencia disminuyo hasta un valor mínimo de 189.34 Kg/cm², este valor es correspondiente al 50 % de sustituir la ceniza por le concreto, finalmente comparando todos los resultados obtenidos se concluyó que el reemplazar el 30% con la ceniza cumple con las expectativas de la resistencia establecida por la NTP 399.611.

Chatchawan (2017), en su tesis para obtener el grado de maestria titulada “*Use of fly ash to enhance performance of expansive concrete*” of the Sirindhorn International Institute Of Technology Thammasat University, cuyo objetivo general fue: To clarify and explain the combined effect of expansive additives and fly ashes on the properties of concrete. la metodoligia fue experimental y se concluyo que: When the expansion at the early age was not considered, the use of expansive additives in concrete was not beneficial to the shrinkage reduction at long term, but it became effective when the expansive additive was applied with fly ash. The results in the other aspects are also found. From the results of free expansion and shrinkage, it can be additionally concluded that; The use of 10% high free lime and SO₃ fly ash could enhance the performance of expansion in a similar level to the use of 30% high CaO fly ash. The use of 30% high free lime and SO₃ fly ash, 30% high CaO fly ash, and 10% high free lime and SO₃ fly ash in EAT and EAA concretes could reduce the expansive

additive usage approximately to 22, 12 and 8 kg /m³, respectively. When the expansion at the early age was not considered, the use of expansive additives in concrete was not beneficial to the shrinkage reduction at long term, but it became effective when the expansive additive was applied with fly ash.

In addition, the results clarifications for the free expansion and compressive strength revealed that; The cause for expansion in each type of expansive concrete mainly occurred from different types of produced expansive products which were results of the amounts of different constituents for producing expansive products in each type of expansive additive.

Como podemos apreciar el autor concluyo que Cuando no se consideró la expansión a una edad temprana, el uso de aditivos expansivos en el concreto no fue beneficioso para la reducción de la contracción a largo plazo, pero se hizo efectivo cuando el aditivo expansivo se aplicó con cenizas volantes. Los resultados en los otros aspectos también se encuentran. De los resultados de la libre expansión y contracción, se puede concluir adicionalmente que; El uso de 10% de cal libre alta y cenizas volantes de SO₃ podría mejorar el rendimiento de la expansión en un nivel similar al uso de 30% de cenizas volantes de alto CaO. El uso de 30% de cenizas volantes con alto contenido de cal libre y SO₃, 30% de cenizas volantes con alto contenido de CaO y 10% de cenizas volantes con alto contenido de cal libre y SO₃ en hormigones EAT y EAA podría reducir el uso expansivo de aditivos aproximadamente a 22, 12 y 8 kg / m³, respectivamente. Cuando no se consideró la expansión a una edad temprana, el uso de aditivos expansivos en el concreto no fue beneficioso para la reducción de la contracción a largo plazo, pero se hizo efectivo cuando el aditivo expansivo se aplicó con cenizas volantes.

Además, las aclaraciones de resultados para la expansión libre y la resistencia a la compresión revelaron que; La causa de la expansión en cada tipo de hormigón expansivo se produjo principalmente a partir de diferentes tipos de productos expansivos producidos, que fueron el resultado de las cantidades de diferentes componentes para producir productos expansivos en cada tipo de aditivo expansivo.

Godoy y Gándara (2018), en su artículo científico que lleva por título “El *uso de ceniza volante y aditivos en la elaboración del concreto como solución ecológica*”, Revista DELOS Desarrollo Local Sostenible, núm. 31, siendo el objetivo de este estudio es el analizar las características que adquiere el concreto al añadir la ceniza volante para

determinar los diversos beneficios cuando se varía el porcentaje de dosificación. Afirmando que: los aditivos ofrecen grandes beneficios al hormigón, optimizando sus propiedades, considerando una dosificación no mayor al 5% de la masa del cemento. Uno de las grandes peculiaridades que brindan la gama de aditivos es la reducción en el contenido alto y bajo de agua, siendo retardadores de fraguado, son también inclusores de aire que reducen el sangrado y los acelerante de la resistencia inicial. Finalmente el uso de la ceniza volante al ser añadido al hormigón no solo presenta beneficios técnicos; sino también nos brindan beneficios ambientales, dado que la elaboración de una tonelada de CP, emana una tonelada de CO₂ a la atmosfera; y al sustituirla por la ceniza se evitaría tanta producción de CO₂.

Huaquisto (2015), en su artículo científico titulado “Efecto de la ceniza volante en la resistencia del concreto en condiciones de clima natural” de la revista científica “*Investigación Andina*”, la investigación es de carácter no experimental, de tipo correccional, considerando las variables de ceniza volante y resistencia al concreto, para ello se empleó 90 muestras distribuidas en los porcentajes 2.5%, 5% , 10% y 15% del peso del cemento para ser evaluados a los 7, 14 y 28 días (el cemento a reemplazar es tipo I) teniendo u una relación de agua y cemento de 0.56 de manera constante para un diseño de $f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$. El autor concluyo que la ceniza volante empelada en los porcentajes de 3 % y 6% en el diseño de mezclas para mejorar la resistencia, indica que llega a sobrepasar la resistencia estimada cuando se evalúa en el periodo de 28 días. Por otro lado cuando se reemplaza la ceniza en porcentajes mayores de 6% en el diseño hace perder el resultado final de la resistencia.

Concreto

El concreto está conformada por dos elementos básicamente: agregados y pasta, teniéndose un compuesto semejante a una roca. Puesto que la pasta se endurece a causa de la reacción química suscitado al combinarse el agua y cemento (Kosmatka et al., 2004, p.25)

Si bien es cierto la definición expuesta es bastante clara, cabe resaltar que el objetivo de esta combinación de materiales nos debe brindar un concreto que pueda cumplir con la expectativa de su uso en las diversas industrias de la construcción (edificación, pavimentación entre otros).

Definición del Instituto Americano del Concreto:

American Concrete Institute (ACI)

Un concreto de alto desempeño es el que reúne una combinación especial de requerimientos de desempeño y uniformidad que no siempre puede ser logrado usando materiales tradicionales, mezclado normal, criterios de colocación normales y prácticos de curado ordinarios. Un concreto de alto desempeño es un concreto en el cual ciertas características son desarrolladas para una aplicación y medioambiente particular. (Russell, 1999, párr.3).

La aportación tomada nos invita a analizar sobre el gran desempeño que puede tener el concreto si es que este es diseñado bajo parámetros no tradicionales, es decir recurrir a elementos que enriquezcan sus propiedades inherentes. Lo que se busca es concientizar en el evaluar y hallar nuevas maneras para que el concreto mejore y sea aún más rentable en la industria.

Importancia del Concreto

En la revista ingeniería de la construcción exponen que:

El concreto comprometido en el empleo de miles de técnicos, intelectuales y profesionales del campo de la ingeniería en el ámbito de transporte, productividad o utilidad, en efecto ocasiona un gran margen de equivocación que puede conllevar a tener un concreto de baja calidad (2018, p.161).

Ante lo expuesto se desprende que el uso del concreto no es solo un tema de construcción sino también social su uso brinda múltiples beneficios a quienes la emplean; sin embargo, concordando con el autor los diferentes criterios para su diseño ocasiona errores produciendo así defectos en el producto, como las fallas fisuras y grietas. Estos desperfectos pueden ser mitigados si se prevé soluciones antes de y durante el proceso del diseño de mezcla.

Propiedades del concreto

Porrero, et al. (2009), nos expone que:

Desde un punto de vista general, son dos las propiedades primordiales de mayor consideración. La primera es la relativa a la consistencia o grado de fluidez del material en estado fresco, la cual se conoce también como manejabilidad, tratándose de la facilidad para colocar el concreto siendo mayor o menor. La segunda propiedad es el grado de endurecimiento o resistencia que es capaz de adquirir el concreto (p.36).

El concreto puede ser alterado, debido al control de sus componentes. Por consiguiente, en una estructura particular, es factible económico emplear un concreto que posea las propiedades precisas que satisfagan sus expectativas, aunque presente carencias en otras propiedades.

Propiedades en concreto fresco:

Trabajabilidad

Portugal (2007) Indica que: “Característica notable para diversos usos del concreto. Dado que es la habilidad de combinarse las sustancias y la mezcla producida para poder manipularse, trasladada y emplearse sin perder la uniformidad” (p.198).

Se debe considerar que el concreto puede ser trabajable en algunas condiciones y no serlo en otras, un ejemplo claro es, el concreto que tiene trabajabilidad adecuada para la losa de un pavimento sería engorroso de vaciar en una columna fortificada, por tratarse de un hormigón seco y con un agregado de volumen colosal, el cual no tendría facilidad al deslizarse lo que posteriormente originará la constitución de cangrejeras. Existen una variedad de conceptos en cuanto a la trabajabilidad, es por ello que en la tabla 1 se indica las definiciones más usuales.

Tabla 1. *Definiciones de trabajabilidad de varias instituciones*

Institución	Definición
American Concrete Institute (ACI)	Es la propiedad del concreto o mortero en estado fresco la cual determina la facilidad y homogeneidad con la cual puede ser mezclado, colocado, compactado y terminado.
British Standards Institution	Es la propiedad del concreto o mortero en estado fresco, la cual determina la facilidad con la cual puede ser manejado y completamente compactado.
Association of Concrete engineers Japan	Es la propiedad de la mezclas de concreto o mortero que determina la facilidad con que puede ser mezclado, colocado y compactado, debido a su consistencia, la homogeneidad con la cual puede ser elaborado el concreto, y el grado con el cual puede resistir a la separación de los materiales.

Fuente: Portugal (2007), Tecnología del concreto de alto desempeño

Consistencia

Porrero, et al. (2009) indica que: Está determinado por el grado de hidratación de la combinación. El ensayo de consistencia llamado de asentamiento es empleado para calificar la conducta del concreto en estado fresco (p.46).

El ensayo comúnmente usado para medir la consistencia es el de cono de Abrams, el cual radica en asir una muestra del concreto en estado fresco, el cual será colocado en un molde cónico, calibrando el asiento luego del desmoldado de la mezcla. Lo que se quiere es lograr medir la capacidad del concreto fresco al poder adaptarse con facilidad en un molde manteniéndose con un mínimo de vacíos y homogéneo.

Segregación

Esta propiedad compromete la disgregación del concreto; en otras palabras, es la separación de sus componentes, siendo así un evento nocivo para el concreto ya que ocasionará en el elemento alteraciones como vaciado, capas polvorientas, cangrejeras, etcétera. Los problemas de segregación ocurren en los momentos de colocación y compactación en estas etapas se debe tener las precauciones del caso.

Se dice que se puede menguar esta propiedad con el aumento de fino, para evitar su presencia en el diseño de mezcla y logrando estabilidad en el concreto.

Exudación

Tesillo (2004, p.53) afirma que: “La exudación del concreto es un tipo de segregación donde porción del agua empleada en el diseño de mezcla se eleva al exterior del concreto recién ubicado”.

Se puede apreciar que, si el agua de exudación en la mezcla es cuantiosa, provocará una mezcla débil poco perdurable. En cambio, si el agua de exudación es insuficiente y se tiene una medida de exudación del concreto mayor a la tasa de evaporación del agua en el entorno, entonces se generaran espacios secos y las famosas grietas puesto que hay presencia de la contracción.

La presencia de la exudación se presenta posterior a la colocación del concreto en el encofrado, algunas de los causantes son:

- Una errada dosificación de la mezcla
- Abundancia de agua
- La temperatura

Se sabe que para determinar el grado de esta propiedad se emplea la prueba estándar que está determinada por la norma ASTM-C232.

Propiedades en concreto endurecido:

Resistencia

Se considera la propiedad más valiosa del concreto, no obstante, todo depende de la necesidad estructural y funcional, para algunos casos la durabilidad o la permeabilidad son predominantes a la resistencia.

Según Neville (2013) indica que:

La resistencia nos da la idea general de la calidad del concreto dado que, está vinculada directamente a la contextura de la masa de cemento húmedo. Incluso, se sabe que este puede ser casi invariable; es un elemento imprescindible del diseño estructural que posee un específico cumplimiento (p.187).

Por ende, se debe analizar a los 28 días posteriormente del vaciado y curado idóneo para obtener la resistencia de comprensión del concreto.

Factores que afectan la resistencia

Todo elemento siempre sufre de alteraciones debido a los factores externos o internos, que conllevan a que su composición cambie; a continuación, mencionaremos los principales factores que influyen en esta.

- Relación agua- cemento:

Es la causa sustancial, que repercute en la resistencia, se debe tener en cuenta que el agua juega un rol importante, ya que la relación que posee con el cemento es sustancial, se sabe que, al adicionar más agua, aumentara la fluidez de la mezcla y, por lo tanto, su plasticidad y trabajabilidad, generando así grandes beneficios para la mano de obra; sin embargo, al realizar ese proceso la resistencia disminuye a razón de los espacios originados por el agua dispensada.

- El contenido de cemento: Al reducir el cemento se disminuye también la resistencia

- El tipo de cemento:

Actualmente en la industria podemos encontrar una variedad de tipología de cemento; esto de una manera u otra afecta en la rapidez de incremento de la resistencia.

- Las condiciones de curado:

En el proceso de la hidratación del cemento se da siempre y cuando se use una medida adecuada de agua, para poder proveer la humedad en la etapa de curado con la finalidad de que el concreto acreciente su resistencia a largo plazo.

Durabilidad

La durabilidad no siempre debe indicar tolerancia ante cualquier acción en el concreto, no implica un tiempo indeterminado. Así mismo, en la actualidad se comprende ello, es por ello que se realiza el mantenimiento de rutina del concreto (Nevilla 2013, p.337).

Sánchez (2001) ante lo expuesto menciona:

Una causa de la escasa durabilidad, se da por la exposición del concreto en diferentes medios. Los agentes pueden ser físicos, químicos o mecánicas; producidas por temperaturas altas, condiciones atmosféricas, acción electrolítica, abrasión, ataques por gases ya sean naturales o industriales. Estos agentes producen un deterioro principalmente en la naturaleza del concreto, no obstante, cuando está supeditada a situaciones extremas cualquier concreto mal cuidado se estropea (p.149).

Como podemos ver la durabilidad es sumamente complejo, ya que amerita especificación tanto para los materiales y diseños de mezclas como para los aditivos que serán empleados en el proceso constructivo, teniendo como objetivo el obtener la rentabilidad de su desempeño y lograr tolerar diversos ataques químicos.

Factores que afectan la durabilidad del concreto

Entender la propiedad de la durabilidad en el concreto es un proceso realmente complicado de comprender en el cual están involucrados diferentes factores, que mencionaremos a continuación:

- Congelamiento y descongelamiento:

Es el proceso donde se induce esfuerzo interno en el concreto que llegan a ocasionar fisuración reiterada y como consecuencia la desintegración de este elemento.

Se sabe que una manera de incorporar los espacios propagados por la congelación suprimiendo la rigidez es usar incorporadores de aire, el porcentaje de aire adherido teniendo en cuenta su límite de tamaño nominal de los agregados, a continuación, veremos la tabla 2.

Tabla 2. Porcentaje de humedad adquirido

tamaño máximo nominal en peso	exposición severa con humedad constante	exposición moderada con humedad ocasional
3/8"	7 1/2%	6%
1/2"	7%	5 1/2%
3/4"	6%	5%
1 1/2"	5 1/2 %	4 1/2 %
3"	4 1/2 %	3 1/2 %

Fuente: Manual ACI

Muchos investigadores indican que la solución es el empleo de incorporadores de aire, cabe destacar que se debe dejar que el concreto desarrolle la capacidad de resistencia, puesto que en ambientes de hielo y deshielo también se generan esfuerzos; lo ideal es llegar a la etapa de curado y controlar los diversos agentes para avalar la durabilidad y desarrollo integral del concreto.

- Ambientes químicamente agresivos:

En nuestro ambiente constantemente hay presencia de agentes violentos que al gozar contacto con las estructuras, optimizan el desempeño de la durabilidad.

- Abrasión:

La solidez ante la abrasión se establece como “La competencia de una superficie al lograr tolerar el deterioro provocado por el rozamiento y la fricción” (Arqhys, 2012, p.12).

- Corrosión de metales en el concreto:

Para preservar los metales se debe llegar a tener una elevada resistividad eléctrica, logrando neutralizar la corrosión en las estructuras; se debe tomar en cuenta desde luego la cuantiosa alcalinidad del concreto, que según estudios es mayor a 12.5.

- Reacciones químicas en los agregados:

Usualmente los agregados son alterados al ser combinados con sílice y carbonato álcalis, provocando reacciones químicas al combinarse.

Elasticidad

Es la capacidad del concreto de distorsionarse ante las cargas sin tener distorsión perdurable. Se sabe que el concreto no es un elemento elástico, debido a que no presenta un comportamiento lineal en ninguna porción de su diafragma (alteración en compresión)

De manera que el llamado modulo elasticidad estática es la pendiente a la parte inicial del diagrama se determina mediante la norma ASTM- C 469. Los módulos de elasticidad están en relación directa con la resistencia en compresión del concreto y en relación inversa con la relación agua – cemento y varían entre 250000 a 350000kg/cm² (ASTM, 2014, parr.8).

Impermeabilidad

El exceso de agua es un factor perjudicial ante el concreto; cuando se suscita es demasiada la cantidad de agua produce vacíos, pasando posteriormente a infiltrarse en el concreto

Si se incorpora aire o se lleva a cabo un curado adecuado en un intervalo continuo, conlleva acrecentar la impenetrabilidad, esto se puede observar en los poros de gel, poros capilares, macro poros, burbujas macro y grietas.

La ejecución de las estructuras constituido a prueba de agua no sólo es sustancial para preservar la edificación ante el ingreso de agua, sino también sirve para reducir el ataque de agentes que degradan el concreto, logrando prolongar la vida útil de la estructura.

Concreto en Pavimento:

La naturaleza rígida es la característica principal de un pavimento rígido; esta además solo requiere de una capa de material granular empleada como sub-base posibilitando el ahorro de gastos en suministros y el proceso del trabajo.

Los pavimentos de concreto son vistos como una solución vial debido a que en el mercado son altamente competitivos en costos, destacan además por su larga vida y resistencia. Entre sus principales virtudes se deben considerar sus menores costos de mantenimiento y el de operación vehicular. Se podría hablar de un sin número de beneficios adicionales en términos de seguridad vial y cuidado del medio ambiente que deben tenerse en cuenta al momento de elegir el material. Por ello en el anexo N° 3 veremos el pavimento de villa rica que se desea evaluar.

Comportamiento funcional del concreto

El comportamiento en el aspecto funcional está relacionado a la capacidad de poder brindar una superficie fiable y confortable para el transeúnte. Según Morales (2005, p.30) Las propiedades primordiales del pavimento de concreto son la regularidad o rugosidad externa; también se desarrollan otras características como textura, trazado de la carretera, óptima fricción, fisuras.

Ante lo expuesto por el autor concordamos que la rugosidad es fundamental puesto que afecta la calidad de la rodadura, estando relacionado con las consecuencias de las vibraciones. Con respecto a las demás propiedades se sabe que el objetivo de todas ellas con la comodidad del usuario, para ello se debe evaluar el perfil longitudinal de la carretera, relación rueda- pavimento, coeficiente de rozamiento y deslizamiento que resiste la rueda cuando se aplican las fuerzas de frenado.

Cuando alguno de los factores mencionados comienza a fallar, se torna en el medio las fisuras, siendo el primer aviso de una carretera con inconvenientes. Siendo señal de tensiones, ocasionadas por condiciones climáticas o cargas de tráfico que han superado los límites de la resistencia del pavimento.

Comportamiento estructural del concreto

El comportamiento estructural del pavimento de concreto está relacionado con las solicitaciones de carga que está sujeta durante todo el proceso de vida útil; puesto que el paso de los vehículos y las cargas que producen conllevan a una pérdida lenta y progresiva de la competencia de soporte de la estructura del pavimento.

La función del pavimento de concreto es en distribuir las cargas de tránsito de manera relativa en los suelos subyacente; siendo la losa quien provee la mayor parte de la capacidad estructural.

La forma más frecuente de establecer la capacidad estructural de un pavimento de concreto es determinando la deflexión o desplazamiento vertical a lo largo de las juntas y borde del pavimento, bajo una carga normalizada de referencia, ya que deflexiones excesivas producen bombeo de la subbase y posteriormente pérdida de soporte de la estructura del pavimento, lo que origina la rotura de la losa de concreto (Morales, 2003, p.31).

Otra alternativa de solución es la cuantificación de solicitaciones, hallando la relación de características estructurales y superficiales.

La capacidad estructural y funcional está relacionadas; una singular manifestación del deterioro estructural es la baja capacidad funcional, esto debido al exceso de rugosidad. Sin embargo, también se desarrollan fallas a nivel estructural que no pueden ser rápidamente visualizadas. Básicamente, el comportamiento estructural de un pavimento tiene relación con la condición física (agrietamientos, fallas, peladuras, o toda aquella situación que requiere mantenimiento).

Rentabilidad e inversión de uso del concreto:

Comparando entre la construcción de un pavimento rígido y asfáltico en primera instancia el costo inicial de la construcción del pavimento es superior a las de asfalto aproximadamente en un 15%. No obstante, el pavimento rígido tiene un menor costo en el aspecto de mantenimiento de la estructura (cerca del 50%) con respecto al otro pavimento.

Al hacerse una evaluación económica de la carretera en su periodo de vida útil, se demuestra que los pavimentos de concreto tienen un costo menor de hasta un 30%, en comparación con los de asfalto; de ahí que representan una excelente opción (Lugo, 2003, p.3).

No obstante, la negativa de utilizar concretos rígidos por poca información, no ha sido impedimento para que su empleo sea progresivo. Siendo considerado para algún especialista que es una opción cómoda a nivel económico, dado que se requiere un mínimo mantenimiento.

Sin duda alguna para la gran mayoría a largo plazo resultan la mejor inversión los pavimentos de concreto, cabe indicar que se debe tener en cuenta que el hecho de una mayor inversión inicial es un obstáculo ante la escasez de insumos para la creación de infraestructura. Sin embargo, debería prevalecer la utilidad y desempeño óptimo que se obtiene a largo plazo.

Retracción

La alteración de volumen que sufre el concreto durante sus distintas fases, empezando por el primer contacto que tiene con el agua, seguidamente fraguado, solidificación y finalmente

secado se le conoce como retracción, también conocido como contracción (Coyla y Loayza, 2015, p.7).

Cabe señalar que las deformaciones surgidas por retracción no se producen por la intervención de esfuerzos externos aplicados al concreto, sino más bien por diversos motivos que son desarrollados en el proceso del concreto

Tipos de Retracción

Retracción Intrínseca, Espontánea o autógena

Al hidratarse el cemento origina la llamada retracción autógena, siendo la absoluta razón de la retracción en el fraguado, debido a la pérdida de agua, que pasará a formar otro compuesto.

Debido a que su el proceso de hidrataciones instantáneo hace que sea engorroso medir la contracción autógena, “Los resultados de la retracción autógena pierden valor por los efectos del proceso de secado, exceptuando algunos casos donde la relación agua/cemento es muy baja, es decir no debe disminuir a 0.30” (Neville, 2013, p.47). En la figura 1 podemos apreciar la hidratación que se da antes y durante de la hidratación que posterior originara la retracción.



Figura 1. Proceso de hidratación

“La retracción autógena no depende tanto del entorno, volumen del espécimen o de la retracción por secado” (Gilbert, 2004, p.23), se debe tener en cuenta que la aparición de retracción autógena acrecienta su efecto cuando se dan elevados contenidos de pasta, esto surge debido al tipo de cemento usado.

Retracción por Secado

El origen de este tipo de retracción se da por el aislamiento del agua, que se almacena en el aire no saturado. Esta concentración es irreversible y se convertirá reversible en el movimiento de humedad debido a las diversas situaciones de almacenaje del secado y mojado.

Es decir, básicamente la ausencia de agua en la pasta de cemento y la influencia de diversos elementos superficiales inducen este tipo de retracción, que conllevan a la posterior evaporación del agua. La pérdida de agua estará es un proceso presente en toda la vida del concreto; siendo así que en algunos casos se llegue a la retracción máxima a largo plazo; apreciando así dos ciclos, la retracción en el estado plástico y la del concreto endurecido.

Retracción Plástica

La retracción plástica se da en el concreto fresco y ocurre cuando “la velocidad de exudación o sangrado (bleeding), es menor que la velocidad de evaporación del agua superficial” (ACI committee 224, 2001).

Ante lo señalado se puede concluir que se originara una contracción muy dinámica, puesto que el concreto no ha fomentado la capacidad de resistencia a la tracción.

Este tipo de retracción ocasionan fisuras que poseen una profundidad entre el rango de 1 a 5 cm., siendo inofensivo a nivel estructural del elemento, en la figura 2 podemos ver la leve presencia de fisuras ocasionadas por esta retracción.

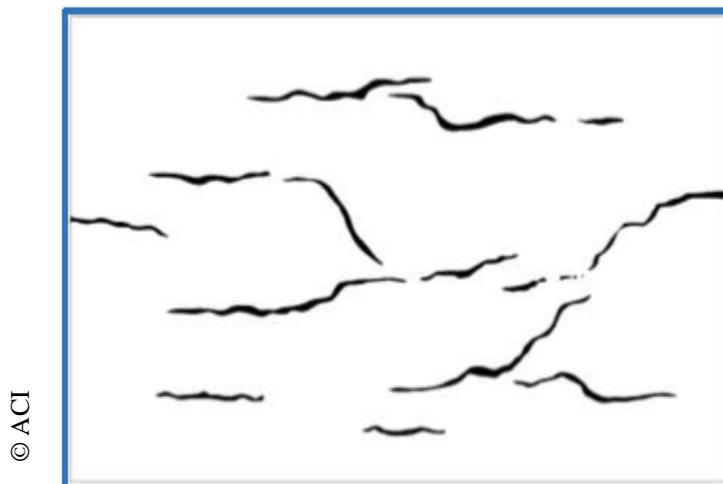


Figura 2. Típica fisuración por retracción plástica

Retracción por secado del concreto endurecido

Generalmente este tipo de retracción originado en el estado endurecido del concreto es para un sin número de especialistas es el verdadero fenómeno de retracción.

Esta se debe a la disminución de agua, inicialmente se disipa el agua de filtración de los orificios capilares, siendo un suceso trivial en términos prácticos, seguidamente se da la gasificación del agua de absorción de los orificios de gel, aquí es donde se originan meniscos favorecidos por esfuerzos electroquímicos, originando así la rigidez externa del agua dando como producto la pérdida de la más de concreto” (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., 2000, p.45).

Este efecto tiene la posibilidad de ser reversible, ya que al añadir el agua de filtración produce la expansión del elemento (proceso Swelling), teniendo así la recuperación parcial de la retracción.

Retracción por carbonatación

Considerado una retracción secundaria que se puede adquirir en el ambiente o atmosferas donde hay abundante presencia de dióxido de carbono; por ejemplo, en los estacionamientos, lluvia acida, atmosferas contaminadas entre otros); aquí se da la hidratación del cemento con el CO₂ del entorno en presencia de la humedad, originando así la famosa retracción por carbonatación.

Un factor crucial en la exposición del dióxido de carbono es la humedad quien juega un rol importante en la contracción, según análisis de estudios los valores más altos se producen hasta el 50% en humedades relativas, por el contrario, cuando la humedad relativa está

La presencia del dióxido de carbono por más mínima que sea ocasiona la alteración en el concreto, se ve reflejado de mejor manera el impacto que ocasiona en los laboratorios, donde se obtiene que los tamaños de los especímenes son diminutos, actuando a favor de la contracción.

Factores que Controlan la Retracción por Secado de Concreto

Principalmente los agentes que controlan este tipo de retracción son contenidos de agregados, humedad relativa, pasta, tamaño de concreto, tiempo de secado y la relación agua- cemento presente y decisivo en todos los tipos de retracción.

Cemento

El cemento y su comportamiento tienen poca influencia sobre el concreto, una propiedad básica de este como lo es la finura es sensible ante la fracción gruesa, es decir partículas mayores a $75\ \mu\text{m}$. (No.200), como se puede ver en la figura 3; eso conlleva a tener poca hidratación y a actuar como agregado.

En muchos casos es insignificante la finura del cemento, dado que no aumentará la retracción del concreto, no obstante, si la pasta es de cemento puro sí incrementaría (Neville, 1977,p.36).

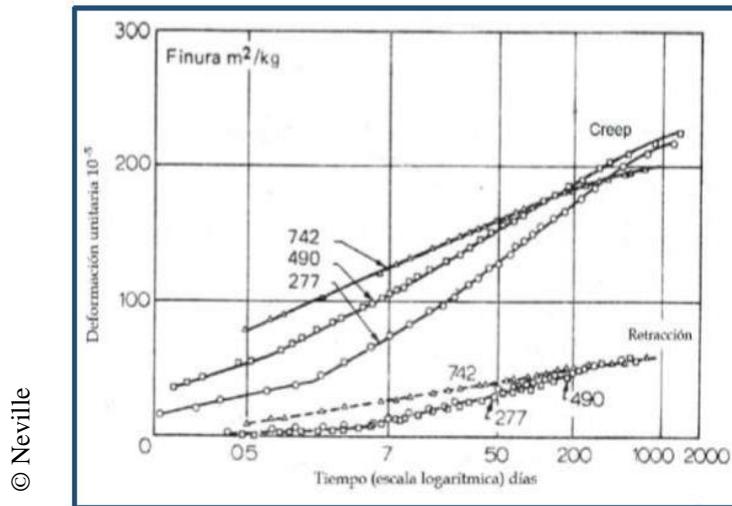


Figura 3 “creep” y retracción del concreto realizados con cementos de distintos aspectos

Agua

El agua, componente básico, pero de una manera peligrosa si no se usa debidamente, ocasiona retracción en el concreto porque reduce la cantidad de agregado restrictivo. Por ende, la cantidad de agua que se use en el compuesto nos sugiere la cantidad probable de retracción, sin embargo, el uso del agua es indeterminante (Neville, 1977, p.42).

Concordamos con el autor y como todo diseño, se debe evaluar, analizar y comprobar mediante estudios tangibles que se podría evitar fenómenos como la retracción si usa la cantidad adecuada en el diseño de mezcla; también cabe resaltar que esto no indica que no habrá retracción, pero si se lograra disminuir su efecto en la estructura.

A continuación, en la figura 4, observaremos que el aumento de la retracción se da acorde al contenido de agua y este factor también contribuye a estandarizar a la retracción.

© Neville

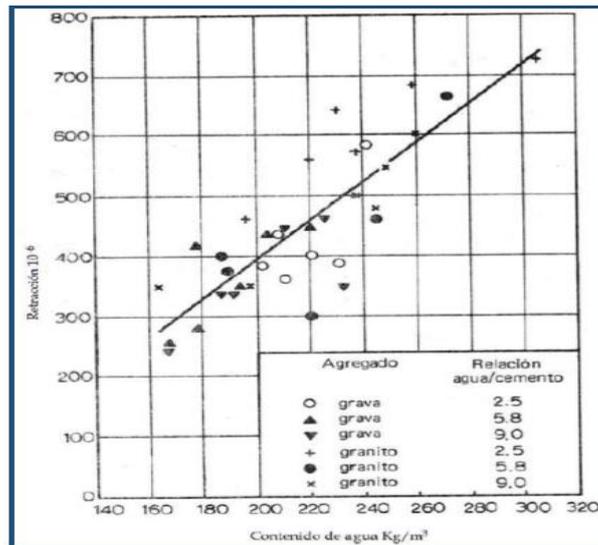


Figura 4. Vínculo entre la capacidad de agua del concreto fresco y la contracción por secado

Agregado

Este material granular sólido que se usa frecuentemente en la construcción, juega un rol fundamental, dado que trabaja como la estructura que resiste la retracción ocasionada por la mezcla de cemento rígido.

Relación entre el módulo de elasticidad de la pasta y el agregado

En la actualidad existen diversos modelos constituidos para pronosticar la influencia del contenido del agregado y la concordancia de módulos del encogimiento última del concreto, a continuación, veremos la figura 5 donde los agregados de alta calidad (relación de módulos varían entre 4 y 7) logrando una menor retracción parcial en comparación de los agregados esponjosos (relación de módulos “m” varían entre 1 y 2) siendo usados en concretos ligeros. En la figura 5 se puede decir que la menor retracción relativa se da a mayor contenido de agregado.

© Neville

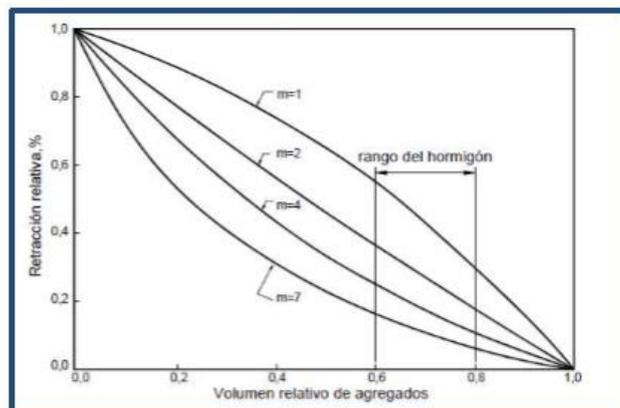


Figura 5. Correlación entre contenido de agregados y módulos de elasticidad

Capacidad de absorción

En varios casos el concreto tiene cementos y relaciones a/c iguales. Lo que ocasiona que se origine la absorción como magnitud de su porosidad, afectando así sus constantes elásticas o compresibilidad (Carlson, 1938, p.423).

Es decir, ante lo expuesto denotamos que se tiene una relación directa entre módulo de elasticidad y la alta absorción que se a causa de esta; a continuación, podemos ver reflejado en la tabla 3.

Tabla 3. Resultado del tipo de agregado sobre la retracción del concreto

Agregado	Gravedad específica	Absorción	Retracción a 1 año (%)
Arenisca	2.47	5.0	0.116
Pizarra	2.75	1.3	0.068
Granito	2.67	0.8	0.0477
Caliza	2.74	0.2	0.041
Cuarzo	2.66	0.3	0.032

Fuente: Carlson, 1938, p.424.

Relación agua - cemento

La retracción del concreto se incrementa de acuerdo al volumen de agua que emerge, aumentando así el volumen de la pasta

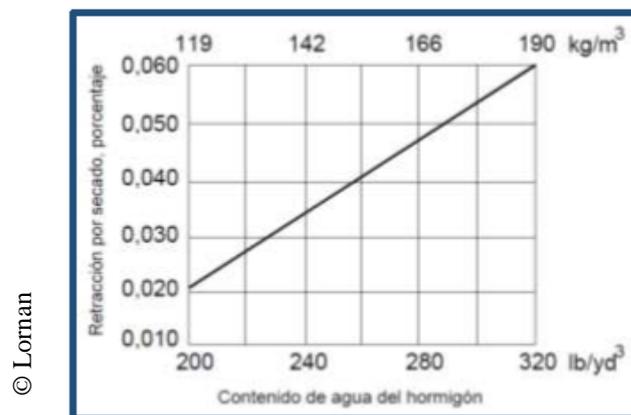


Figura 6. Producto clásico del volumen de agua del concreto sobre la retracción por secado

Como se observa en la figura 6, cuando se tiene una relación a/c continua es porque hay un vínculo casi lineal con respecto al contenido de agua (también de mezcla); siempre y cuando se encuentre en el listado rango de contenidos de humedad expuestos.

Humedad relativa y tiempo de secado

La humedad relativa es influenciada de gran manera por la retracción final y velocidad de retracción. Los estudios de (Troxell, Raphael, & Davis, 1958. p.12) indican que al hallarse una mínima humedad parcial superior será la velocidad y retracción final En la figura 7 se contempla la expansión que ocurre en el concreto está comprometido al suministro constante de agua, este llamado hinchamiento. “En el momento que la humedad parcial supere el 9494%, se produce un pequeño hinchamiento que se califica como normal en el concreto” (Lorman, 1940, p.9).

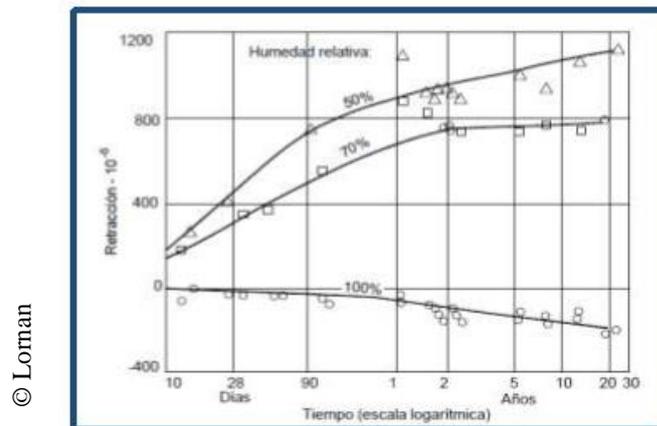


Figura 7. Correlación entre el tiempo para concreto expuestos a diferentes humedades parciales y la retracción. Rango de tiempo de 28 días.

Efecto del curado referente a la retracción

Carlson, (1938, p.429) la duración del curado húmedo del concreto no aqueja demasiado a la retracción en su estado de secado último.

Muchas veces no resulta beneficioso un curado calado prolongado, es por ello que se aconseja continuar con este proceso al menos una semana.

El proceso del curado puede causar pequeños efectos en el concreto; pero existe un curado donde no se pierde ni adiciona agua, este es el llamado curado sellado.

[...] para inducir una retracción autógena se debe eliminar otros tipos de retracción. El auto deshidratación es un dilema que aparece a causa de la baja relación agua- cemento, ya que los orificios se escurren y la hidratación se torna más acelerada; este suceso se conoce como la deformación por retracción autógena cuyo valor referencial es de 40 a 100 x 10⁻⁶ (Davis, 1940, pp.17).

Entumecimiento

Al incremento de volumen que se da en el concreto se conoce como entumecimiento; este crecimiento se debe al ambiente húmedo en donde se realiza el curado, estando expuesto al agua. La expansión máxima que se da bajo estas condiciones casi siempre es la tercera parte de la retracción por secado.

Así mismo, se sabe que la proporción de cemento es predominante en el proceso de elaboración de la pasta; se verá que se expande el doble a comparación de los concretos.

Fisuración debido a la Retracción

Toda estructura que posee al elemento concreto siempre expuesta a algún grado de restricción y retracción; dado que el concreto incrementa tensiones de tracción, toda fisuración se manifiesta debido a que la tensión excede su resistencia última, esto se puede visualizar en la figura 8.

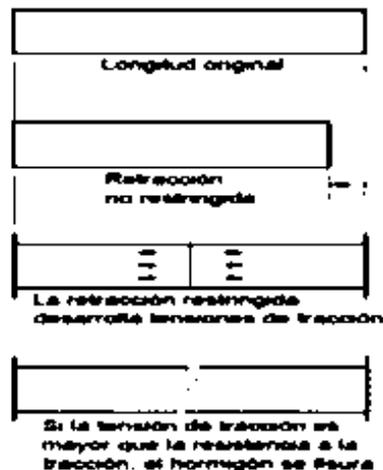


Figura 8. Mecanismo de fisuración a causa de la retracción restringida

Toda construcción compuesta por concreto está propensa a las temidas fisuras que se exteriorizan a las horas, días, semanas o al pasar de los años estas incitadas por diversas causas. En el caso de fisuración por retracción la magnitud de la deformación es uno de los tantos factores que conducen el agrietamiento del concreto. En la figura 9, se pueden apreciar cuales son los otros factores

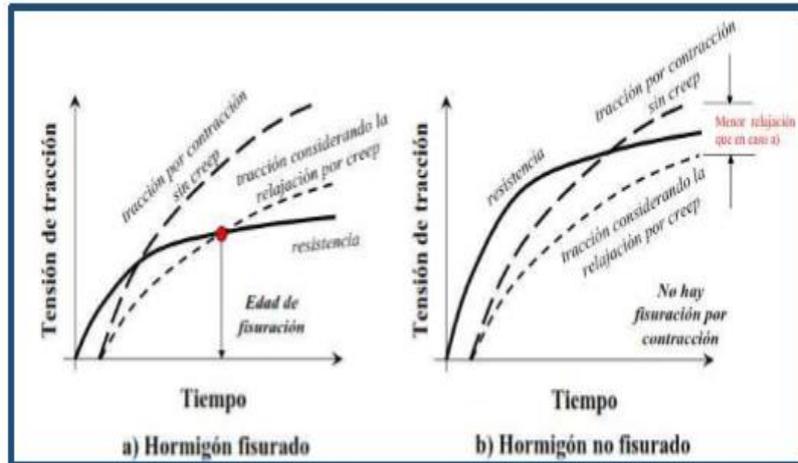


Figura 9. Dominio de la contracción, creep y resistencia en el lapso de fisuración.

- Módulo de flexibilidad: Al desarrollar una baja elasticidad, menor será la cantidad de trabajo flexible ante la tensión acumulada sujeta a la magnitud ocasionada por la retracción.
- Creep plástico: Cuanto más elevada el creep, se obtendrá una mayor suma de laxitud de trabajo y un diminuto esfuerzo puro de rigidez.
- Resistencia a la tracción: El tener una alta resistencia al empuje, indica que será mínimo el riesgo de que la resistencia sea superada por el esfuerzo por tracción, evitando así posterior agrietamiento en la estructura.

Habitualmente, los famosos concretos de elevada resistencia son propensos a desarrollar fisuras, debido a la elevada tracción térmica generada y bajo relajamiento del esfuerzo.

Diferencia Entre Fisura y Grieta en Elementos Estructurales

Fisura:

Orificio descontrolado que daña exclusivamente a la parte visible del elemento, esta se puede solucionar con algún método que hará que desaparezca previo mantenimiento.

Grieta:

En el caso de las grietas, están latentes y trabajan de carácter más estructural, puesto que estas aberturas afectan a todo su espesor y su manera de eliminarlas es encontrando el agente que origino la formación de la grieta; en la figura 10 se observa la diferencia entre fisura y grieta donde observamos que se debe a la profundidad del orificio.

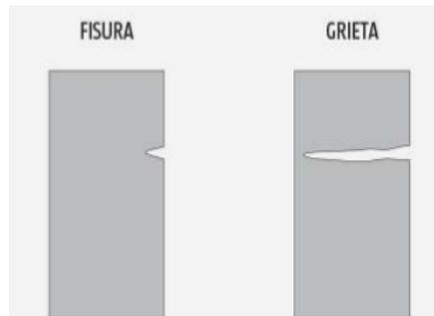


Figura 10. Diferencias entre fisuras y grietas

Fisuras de Retracción

En la etapa de fraguado el concreto tiende a disminuir su volumen; se debe evaluar que la disminución de dimensiones restringidas puede llegar a romperse.

En la figura 11 podemos observar los desplazamientos que generar fisuras por retracción.

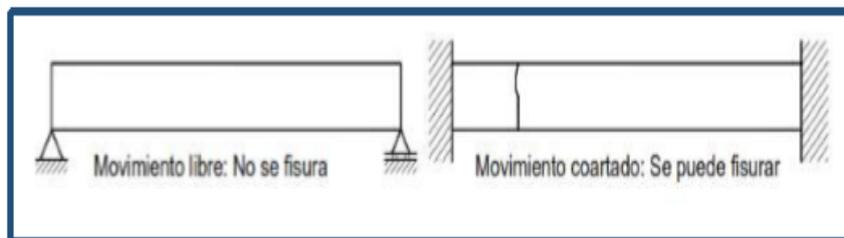


Figura 11. Fisura por retracción.

Fisuras por Entumecimiento

En la retracción el aire reduce el volumen en la etapa de fraguado del concreto; mientras que, en la dureza del concreto, donde este es sumergido en agua conlleva al aumento del volumen. En lo habitual las patologías ocasionadas por el hinchamiento son aparentes.

Tipos de Fisuras considerando su origen y etapa de aparición

En Condición Fresco

La retracción plástica origina las siguientes fisuras:

- Retracción hidráulica
- Afluencia de vibración.

Asentamiento plástico:

- Variación de consistencia en vacíos continuos

- Poco recubrimiento y mayores diámetros en el acero.
- Relegación del encofrado.
- Acomodamiento.
- Distorsión de la superficie de sustentación.

Fisuras En Estado Endurecido

Cuando en el estado endurecido se generan movimientos espontáneos tendremos los siguientes casos de fisuras.

- Retracción hidráulica
- Retracción térmica.
- Retracción por carbonatación.
- Entumecimiento ya sea por: expansión térmica, oxidación del acero de reforzamiento y exceso de expansivos del cemento.
- Entorno alcalino para los agregados.

Provocadas a causa de esfuerzos.

- Compresión, Tracción.
- Torsión, Flexión, Cortante

Tipos de Fisuras Según su medida

Para esta evaluar lo tipos de incisuras nos apoyaremos en la siguiente tabla.

Tabla 4. *Clasificación de las fisuras según su tamaño*

CLASIFICACIÓN	ESPESOR O TAMAÑO DE ABERTURA "e" (mm)	CONCEPTO
Micro fisuras	$e < 0.05$	En general carecen de importancia estructural.
Fisuras	$0.05 < e < 0.20$	Pueden llegar a ser muy perjudiciales, en ambientes agresivos en los que favorecen la corrosión.
Macro fisuras	$e > 0.20$	Pueden ser muy peligrosas para la integridad de la estructura.

Fuente: Coila y Loayza (2015)

Clasificación de Fisuras según su Comportamiento

Básicamente son dos las fisuras vivas y muertas.

Tabla 5. Clasificación de las fisuras según su comportamiento

CLASIFICACIÓN POR SU COMPORTAMIENTO	CONCEPTO
Fisuras vivas	Cuando continúan en movimiento: expandiéndose, abriéndose o cerrándose.
Fisuras muertas	Cuando ya han dejado de crecer, no se mueven. También se les llama "estabilizadas".

Fuente: COILA y LOAYZA (2015)

Uso de elementos que complementarán el concreto

Ceniza volante:

La norma ASTM-C-618 (2003) define el término ceniza volante como: “El residuo finamente dividido que resulta de la combustión del carbón mineral o finamente molido y que es transportado en el flujo gaseoso” (p.8).

Detallando más a fondo lo expuesto, hay 3 maneras de obtener ceniza, por ejemplo: a través de la quema de basura; el suministrar cal al calentador para transportar el azufre; o la quema de residuos industriales. Definiendo así a la ceniza volante como consecuencia de la incineración del carbón en las centrales termoeléctricas. En la figura 12 se visualiza el proceso de la obtención de ceniza.

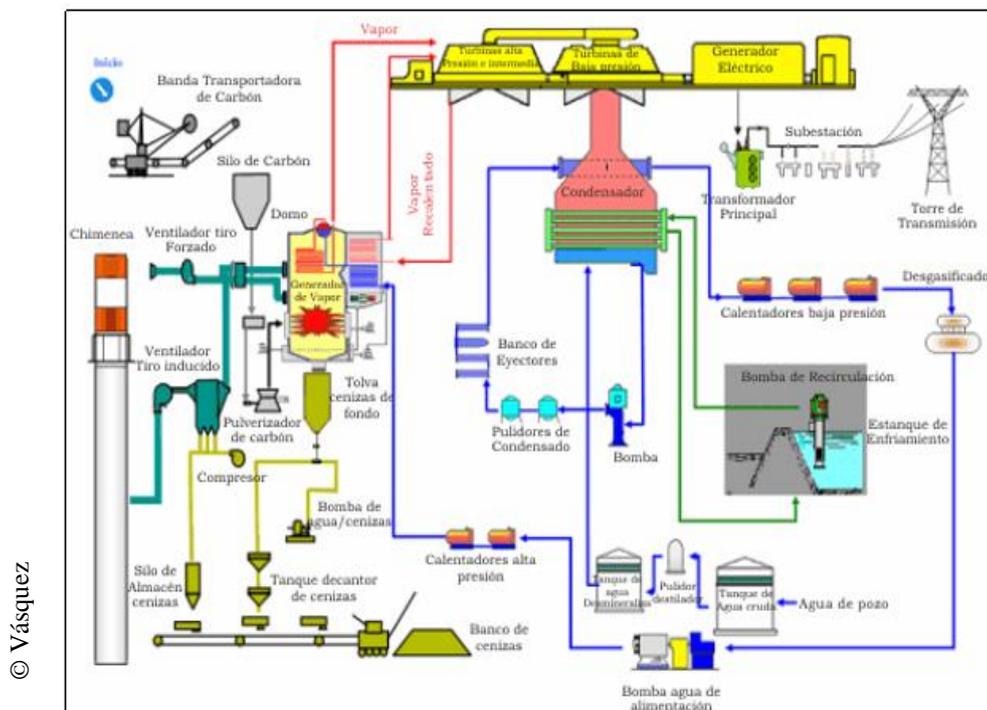


Figura 12. Esquema de una central carboeléctrica.

© Vásquez

La norma ASTM-C-618-03 divide en tres los tipos de ceniza volante:

- Familia N: En esta tipología encontramos a las puzolanas naturales sin calcinar o calcinadas, tierras diatomáceas, tobas, pizarras, cenizas volcánicas o pumíticas y todo tipo de material que solicita calcinación para lograr obtener propiedades convenientes.
- Familia F: Originada debido a la calcinación del carbón bituminoso, este tipo de ceniza volante tiene propiedades puzolanas.
- Familia C: En esta clasificación se encuentra la ceniza volante producto de la calcinación del carbón subbituminoso, esta ceniza posee propiedades puzolánicas y cementicias.

Finalmente, el empleo de ceniza volante, no solo nos brinda beneficios para el hormigón, además de ello lo hace para el medio ambiente si se suple cierto porcentaje del CP.

La obtención del CP es un procedimiento que consiste en el consumo alto de energía que origina cantidades significativas de CO₂. La producción de una tonelada de CP contribuye a la generación de una tonelada de CO₂ a la atmósfera, lo cual equivale aproximadamente al 7% del CO₂ presente en la atmósfera (Valdez et al., 2007, p.50).

Composición química.

Supuestamente se encuentran disconformidades importantes en la estructura química de la ceniza volante, siendo estas diferencias no son tan primordiales a comparación de las características en la composición granulométrica y mineralógica; es decir el tamaño y forma de la partícula, la cual es determinante para una óptima influencia en el concreto.

La composición química debe estar conforme los requerimientos de la tabla 6

Tabla 6. *Requerimientos químicos*

	Clase		
	N	F	C
Dióxido de silicio (SiO ₂) + óxido de aluminio (Al ₂ O ₃) + óxido de hierro (Fe ₂ O ₃), min %	70.0	70.0	50.0
Trióxido de azufre (SO ₃), max %	4.0	5.0	5.0
Contenido de humedad, max %	3.0	3.0	3.0
Pérdida por calcinación, max %	10.0	6.0	6.0

Fuente: ASTM-C-618-03

Composición mineralógica.

Cuando se da la calcinación de carbón bituminoso, nos da como producto una ceniza volante baja en calcio, donde el factor vidrio de aluminosilicato que comparece ser menos reactivo ante el vidrio de calcio aluminosilicato. En la composición de las cenizas volantes bajas en calcio se haya minerales como el mullita, cuarzo, hematita, sillimanita y magnetita, los cuales no poseen ninguna propiedad puzolánica. Por el contrario, en las cenizas volantes altas en calcio encontramos a aluminato tricálcico, sulfoaluminato de calcio, óxido de calcio libre, anhidrita, sulfatos de álcali, óxido de magnesio libre y cuarzo; a excepción de estos dos últimos minerales mencionados, todos son reactivos. Entendiendo así porque la razón de que las cenizas volantes altas en calcio son más reactivos que las cenizas volantes bajas en calcio.

Características físicas:

Según contreras y peña (2017) Estas son clasificadas en función de la eficiencia de las centrales termoeléctricas; esto justifica la variación de la propiedades físicas de estas; considerando el aspecto, granulometría, forma, estabilidad de volumen, densidad y demanda de agua. (p.55)

Tamaño de partículas:

Las cenizas volantes predominan en las cualidades del concreto ya sea en su condición fresca o endurecida, teniendo como factores cruciales al tamaño, textura y forma de las partículas. La trabajabilidad y el requerimiento de agua están sujetas al tamaño de partículas, en consecuencia, la blandura de la superficie y del empaquetamiento de las partículas.

Usualmente la cantidad de partículas es el factor que influye en la actividad puzolana, es decir cuando se tiene partículas mayores a 45 μm , se observara muy poca actividad puzolana. Como comentario se dice que en América del norte las partículas menores a 10 μm , de la ceniza oscilan entre 40 a 50%, partículas mayores a 45 μm se encuentran al menos del 20%, y se llega a determinar que el tamaño promedio es de 20 μm .

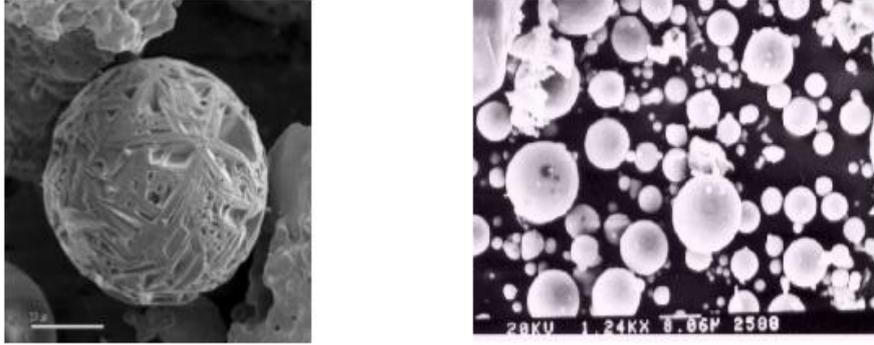


Figura 13. Tamaño de partículas de la ceniza volante

En la figura expuesta se puede visualizar la distribución de partículas de la ceniza

Aspecto, forma y granulometría de las cenizas volantes:

Las cenizas suelen encontrarse como un polvo muy fino y sumamente suave al tacto el color es depende el contenido de Fe_2O_3 y de la riqueza del carbón. Siendo este de color gris tono intermedio.

Superficie específica

Se llama superficie específica al número de unidades del área tangible en unidades de masa, las más usadas son cm^2/g . Esto para no ocasionar variaciones físicas en las propiedades del concreto, se entiende que el aumento de la superficie específica conlleva un mejor contacto entre las partículas de ceniza y cemento.

Demanda de agua

Las cenizas volantes tienen la capacidad de absorción de líquidos, particularmente del agua, a causa de su extremada sequedad inicial, la finura que posee brinda un gran contacto con la superficie y una textura porosa e irregular. Algunos investigadores han concluido que las cenizas en estado bruto absorben más líquido que las molidas. Si bien es cierto el agua reemplaza el aire del material separando las partículas, alcanzando así la compacidad, que antes no poseía.

Estabilidad de volumen

La estabilidad de volumen es la capacidad ante las tensiones internas dadas en la hidratación del cemento sin sufrir alteraciones en el volumen. La retracción no es notoria cuando al ser

añadido la ceniza tal vez porque la diferencia granulométrica es parecida; sin embargo al aumentar la proporción de cenizas volantes el fenómeno de retracción disminuye.

Densidad de las cenizas volantes

Las cenizas volantes tienen una variación de densidad entre 1,88 y 2,84 g/cm³. Mediante diversas investigaciones se puede ver que la ceniza volante tiende a aumentar la densidad cuando esta se somete a un molido; ejemplo cuando se tiene una densidad inicial de 2,44 g/cm³ y es molida en un tiempo de 60 minutos cambia a 2,69 g/cm³. Los resultados tienden a variar según el tiempo que dura la molienda.

Ventajas de la aplicación de la ceniza volante:

- Posee capacidad reactiva, esto haciéndola apta para diversas aplicaciones en la construcción
- Aumentan la trabajabilidad en el estado plástico, puesto que hay un aumento en la dispersión de las partículas.
- En las primeras edades del concreto es mayor el contenido de agua libre, estas no reaccionan en presencia del cemento, esto incrementa la porosidad del sistema. Para esto se tiene la solución de disminuir la relación agua/cemento, debido a la gran trabajabilidad que se obtiene.
- Al utilizar las cenizas volantes disminuye el calor de hidratación en el cemento, esto se debe al menor contenido de alita (C3S) procedente del clínker Portland. Este ocasiona el calor desprendido en la etapa de la hidratación. También se establece que la reacción puzolánica es exotérmica, considerando un desprendimiento de manera progresiva a largo plazo.
- La ceniza volante es un residuo del proceso de combustión del carbón de las centrales termoeléctricas, por ende estaríamos reutilizando un producto que contribuye al cuidado ambiental.

Desventajas de la aplicación de la ceniza volante:

- Las cenizas volantes en los morteros disminuyen las expansiones asociadas a la reacción árido-álcalis, disminuyendo la pérdida por durabilidad.

- A las primeras edades las cenizas volantes nos brindan menores resistencias mecánicas, con respecto al cemento. Las cenizas son un diluyente inerte a largo plazo teniendo actividad puzolánica.
- El comercio de la ceniza volante en el Perú no tiene un uso comercial para poder adquirirlo de manera rápida a comparación del comercio del cemento.

Efecto de la ceniza volante en el concreto

La cualidad del concreto resalta por la reducción de agua suministrada en el revenimiento mostrado, con una adecuada manejabilidad, segregación reducida y una óptima cohesión.

El uso de ceniza volante nos ayudara en la disminución de agrietamientos térmicos; por otro lado, el concreto endurecido cuando se le añade ceniza volante mejora la composición, logrando así una mayor durabilidad, reduciendo la permeabilidad, generando así una ganancia a largo plazo para el concreto.

Aditivos:

Concepto

Este elemento es descrito a modo de “Una sustancia que es diferente al cemento hidráulico, agregado, es utilizado para formar parte del concreto, siendo adicionado antes o en el proceso del diseño de mezcla del concreto” (Rodríguez, 2010. p.50).

Según la norma ASTM C494, se agruparán de la siguiente manera:

- Clase A: Encargados de reducir agua.
- Clase B: Encargados de efecto retardante en el fraguado.
- Clase C: Encargados de agilizar el fraguado.
- Clase D: Aquellos que reducen la presencia de agua y retardadores de fragua.
- Clase E: Aquellos que reducen la presencia de agua y aceleran el fraguado.
- Clase F: Todo aquel que trabaje como reductor de agua de elevada condición.
- Clase G: aquellos que trabajan en reducir el porcentaje de agua de gran nivel y retrasan el fraguado.

Aditivos compensadores de retracción

Siendo uno de las nuevas categorías de aditivos, su trabajo es reducir la retracción, cuyo único fin es reducir la cantidad de agrietamiento que ocurre a largo plazo. Esta nueva tipología aún no está amparada por la norma ASTM C 494-985 (IMCYC, A.C, 2000, párr.13); esto no quiere decir que sean productos defectuosos.

El aditivo ZRR-PLAST pertenece a la familia de súper plastificantes y reductores de agua, es un producto químico líquido que interviene directamente en los agentes causantes de la contracción; particularmente, se da durante el proceso de la hidratación de la pasta del cemento. Una de las principales ventajas de este aditivo es que reduce la retracción en un 30%, en los primeros 28 días; también, disminuye el costo de conservación de la estructura e incrementa la durabilidad.

No obstante, el ZRR-PLAST tiene una gran desventaja: en algunos casos disminuye la fuerza que debe tener para disuadir a la compresión del concreto, obedeciendo el prototipo de mezcla utilizado. En el anexo 4 se verá el detalle de especificaciones técnicas del aditivo indicado.

Formulación del problema

Según Rodríguez (2010, p.3) indica que:

En los primeros días el concreto, aunque se encuentre en estado sólido tiene baja resistencia a la tracción, por tanto, es susceptible al agrietamiento; este fenómeno de contracción en el concreto puede llegar a ser perjudicial en gran medida dependiendo para el tipo de estructura que está destinado.

Partiendo de este breve concepto de autor, nos invita a preguntarnos y formularnos las siguientes interrogantes:

Problema general

- ¿Cuál es el efecto que se produce al adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST al concreto del pavimento – San Martín de Porres, 2019?

Problemas específicos

- ¿En qué medida al adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST al concreto permitirá aumentar la resistencia a la comprensión del pavimento - San Martín de Porres, 2019?
- ¿Qué pasa si al concreto se adiciona ceniza volante y ZRR-PLAST obtendremos una disminución en la retracción del pavimento - San Martín de Porres, 2019?
- ¿Cuál es la probabilidad de que el concreto al adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST nos proporcionará una óptima resistencia a la flexión del pavimento - San Martín de Porres, 2019?

1.5. Justificación del problema

Teórica

En los últimos tiempos el concreto se ha convertido en el insumo de mayor demanda en el ámbito de la construcción en nuestro país. En efecto para la condición final del concreto se requiere un correcto conocimiento del empleo del componente y del intelecto del staff profesional de ingenieros, en general el concreto aún debe ser explotado en sus siete majestuosos aspectos: propiedades, naturaleza, materiales, técnicas in situ, inspección de calidad, selección de las proporciones y mantenimiento de las estructuras. Para la variable 2 Coila & Loayza (2015.p.7) señala que La alteración de volumen a la que es expuesto el concreto en sus diversas fases, se conoce como retracción; empezando por el primer contacto con el agua, posteriormente se acontece el fraguado, y finalmente se da la etapa de secado. El presente proyecto de investigación ha sido analizado, evaluado y elegido para desarrollar, dado que, observando nuestro entorno nacional, se ve un carente análisis en algunas de las características del concreto; esto ocasiona un permanente problema en este, originándose el fenómeno de figuración.

En el Perú si bien es cierto la demanda en la construcción y todo lo relacionado a esta industria ha tenido un gran despliegue, no obstante, se ha tenido carencias y una de ellas es la calidad del producto terminado, en el momento de diseño del concreto en muchos casos no se da la importancia in situ de las características de retracción quien es la que está presente en las etapas de fraguado, secado y endurecimiento de este.

El grado de retracción, podrá ser observado en las futuras fisuras. Los diversos procedimientos para calcular la retracción obedecen a tres factores: la humedad en el entorno, espesor del elemento, el efecto de la retracción en el tiempo.

La medida más usual ante el problema de retracción consiste en acortar la contracción, aumentar la resistencia ante la tracción, periodo en que se produce, por ello es que se busca tener mayor resistencia logrando así que las fisuras se desplacen de manera adecuada. Por ende, en búsquedas de nuevas alternativas se quiere demostrar que al añadir elementos al concreto podemos obtener estos resultados de manera más eficiente; se sabe sin duda alguna que el aporte de aditivos hoy en día es de gran ayuda a la industria una ventaja es que enriquece las propiedades de elementos estructurales si se usa de manera adecuada en las proporciones correctas; por ello realizaremos una mezcla de concreto, ceniza volante y el aditivo ZRR-PLAST , este último reduce la retracción en un promedio de 30 a 40% a esto sumémosle la correcta dosificación en la mezcla.

Esta alternativa nos daría grandes beneficios no solo a corto plazo sino a largo plazo que es lo que se espera, conservar la vida útil de la estructura; que sea prolongada. Ello se puede llevar a cabo si se tiene una adecuada comunicación entre los profesionales; el ingeniero, el contratista y el productor de concreto quienes en equipo deben coordinar y supervisar el desarrollo de la mezcla de concreto de baja retracción requiere para obtener un buen rendimiento.

Metodológica

Para obtener la realización de los propósitos del proyecto, se elaborara cuatro muestras para medir la variable 01 y 02 análisis de la ceniza volante y ZRR-PLAST y su vínculo en la variable 02 el concreto; la primera muestra es con el concreto de manera natural y comercial según su uso y la segunda muestra respectivamente estará conformada por concreto, ceniza volante y el aditivo ZRR-PLAST .Los instrumentos elegidos fueron minuciosamente formulados y antes de su aplicación filtrados por el juicio de técnicos laboratoristas y profesionales de alto nivel académico para luego poder ser evaluados mediante la confiabilidad y la validez. A través de diversos análisis de laboratorio como: ensayos a trabajar con el concreto fresco, ensayo de retracción libre ensayo de retracción restringido medida de los anillos según norma y ensayo de resistencia a la comprensión.

Práctica

Los resultados de la investigación, permitirá poner en consideración que al añadir cantidades

de otros elementos pueden enriquecer al concreto y mejorar su trabajabilidad y comportamiento ante la estructura; claro está que se debe hallar la correcta dosificación, asimismo, se pudo comprobar que la relación agua cemento encontrando el punto de equilibrio permitiría disminuir la retracción en el concreto; con ello lograr la disminución de fisuras en la estructura, en este caso en el pavimento y no solo ayuda en ello sino que mejora el comportamiento estructural del elemento que es lo que se busca para que la vida útil sea prolongada y nos evitemos el fastidioso proceso de mantenimiento y rehabilitación prematura en el pavimento ubicado en villa rica.

Hipótesis

McMillan y Shumacher (2005) indica que: En toda investigación se tiene una hipótesis que es una expresión circunstancial de la relación deseada entre dos o más variables. El enunciado explica en distintos términos los resultados predichos (p.103).

Hipótesis general:

- El efecto que produce el adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST al concreto, influenciará en la efectividad de retracción beneficiando así en el desempeño del pavimento – San Martín de Porres, 2019.

Hipótesis específica

- El adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST al concreto nos permite aumentar la resistencia a la compresión del pavimento - San Martín de Porres, 2019.
- El adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST al concreto se obtiene una disminución en la retracción del pavimento - San Martín de Porres, 2019.
- El adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST al concreto, nos proporciona una óptima resistencia a la flexión del pavimento - San Martín de Porres, 2019.

Objetivos

Los objetivos de investigación son metas que se proyecta el investigador en correlación con los principios que desea estudiar. Estos manifiestan un producto del trabajo investigado." (Ramírez 1996, p. 61).

Objetivos generales:

- Evaluar que efecto produce al adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST al concreto del pavimento de Villa Rica- San Martin Porres, 2019.

Objetivos específicos:

- Comparar el concreto natural con el concreto al que se le adicionará ceniza volante y ZRR-PLAST para aumentar la resistencia a la compresión del pavimento - San Martin de Porres, 2019.
- Efectuar el análisis del concreto al adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST para obtener una disminución en la retracción del pavimento - San Martin de Porres, 2019.
- Demostrar que al adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST al concreto, nos proporcionará una óptima resistencia a la flexión del pavimento - San Martín de Porres, 2019.

II. MÉTODO

2.1. Diseño, tipo, nivel y enfoque de investigación

Diseño de investigación

El proyecto a investigar se sitúa en el diseño experimental. Everitt (1998, párr.11), expone una definición formal de un estudio experimental: “Es todo aquel estudio donde el investigador puede influenciar a su disposición, y analizar los efectos de la participación”, usualmente en este tipo de investigación el objetivo es observar el comportamiento del elemento manipulable. A su vez es transversal, dado que se evalúa en una sola medición

Tipo de investigación

Para este proyecto desarrollaremos una investigación Aplicada y según Valderrama (2013, p. 165) refiere:

Es la búsqueda continua de desarrollar el nivel de investigación de los individuos, es decir es la investigación donde se trabaja para explorar y lograr hallar soluciones a las incógnitas del problema [...]. Esto se describe a productos inmediatos y se interesa al perfeccionar los individuos comprometidos en el proceso de investigación.

Por lo antes mencionado con el autor, lo que se desea obtener es la solución ante una problemática que es muy común en nuestro medio de la construcción; sin embargo, es muy poco estudiada; claro está que nos apoyaremos en teorías establecidas con el único fin de que nuestra alternativa de solución sea la más óptima y fundamentada.

Nivel de investigación

El presente proyecto es descriptiva- explicativa y correlacional, Según Sabino (1986) indica que:

“Este tipo de investigación produce las realidades de hechos, y sus propiedades importantes es la de mostrar un análisis correcto. Para la investigación descriptiva, su malestar radica primordialmente en revelar algunas propiedades básicas de conjuntos semejantes de fenómenos, usando normas sistemáticas que admitan sujetar de manifiesto su comportamiento. Obteniendo así las notas que califican a la objetividad estudiada” (p. 51).

Teniendo en cuenta este concepto concordamos en la búsqueda de encontrar el cómo mejorar una característica del concreto para disminuir sus fenómenos patógenos, de igual manera Según el autor Arias (2012), define:

La investigación explicativa se encarga de encontrar el porqué de los acontecimientos estableciendo la relación causa- efecto; es decir se pueden ocupar en hallar el origen, así como las consecuencias, usando la hipótesis. Su producto resulta un nivel más acentuado de conocimientos (p.26).

Por ultimo correlacional puesto que ambas variables están relacionadas entre sí.

Enfoque de investigación

Según Tamayo (2007, párr.5), Las conjeturas ya establecidas serán analizadas a partir de las distintas hipótesis manifestadas de la misma, tornándose obligatorio adquirir una muestra, puede ser de manera fortuito o diferenciada, no obstante, representa el universo del objeto a investigar.

Por esta razón, para efectuar investigaciones cuantitativas es necesario contar con una teoría ya elaborada, es decir nuestro propósito es lograr demostrar resultados contables a nuestro favor.

2.2. Variables y Operacionalización

Variables

La variable es aquel que se puede verificar, estudiar y medir en una indagación, nos va ayudar a calificar y conceptualizar; asumiendo valores diferentes, siendo estos cualitativos o cuantitativos. Además, pueden ser definidas operacionalmente y conceptualmente.” (Núñez Flores, 2007, p. 167)

Variable 1 y 2: Ceniza Volante y ZRR-PLAST = Variable Independiente.

Variable 3: Concreto = Variable Dependiente.

Variable Independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Ceniza Volante	La ASTM C 618-03 define las cenizas volantes como un ” residuo finamente dividido que resulta de la combustión del carbón y que es transportados por los gases de la chimenea”	La ceniza volante debido a su composición química es un gran aspirante a reemplazar al cemento; aun debiéndose estudiar con mayor profundidad su reacción en diversos climas, y usos a fines	Dosificación	12.5% del peso del cemento	Diseño de Mezcla

ZRR-PLAST	Según la revista El constructivo “Z RR PLAST 971 es un plastificante reductor de agua, con efecto retardante, para la elaboración de concretos en climas cálidos, obteniéndose así un mejor manejo en los tiempos de fragua y acabado, entre otras ventajas.	Los aditivos tienen la función de mejorar el concreto puntualmente en las características de trabajabilidad, plasticidad y reductor de agua obteniendo un 20% de reducción en el fenómeno de retracción.	Dosificación	1.5% del peso del cemento	Diseño de Mezcla
-----------	--	--	--------------	---------------------------	------------------

Fuente: elaboración propia

Operacionalización de la variable

Fuente: elaboración propia

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Concreto	Kosmatka (2004), define que: “El concreto (hormigón) es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesta de cemento portland y agua, une los agregados, normalmente arena y grava (piedra triturada, piedra machacada, pedrejón) creando una masa similar a una roca.(p.12)	Concreto elemento fundamental que está presente en gran parte de las estructuras que podemos observar y palpar en nuestro entorno, por no decir casi en todos; posee varias características que lo hacen complejo y de una u otra manera un tanto perjudicial, pero ello se puede controlar si nos apoyamos en estudios de laboratorio, ensayos de entidades confiables.	Resistencia a la compresión	Resistencia mayor a 280 kg/cm ²	Diseño de Mezcla Ensayo a compresión de concreto
			Retracción	Libre	Viguetas de concreto
				Restringida	Anillos de concreto
			Resistencia a la flexión	Resistencia ante los esfuerzos	Vigas de concreto

Fuente: elaboración propia

La operacionalización de variables es semejante al concepto operacional, a fin de manipular la definición a nivel empírico, hallando componentes concretos, dimensiones, indicadores o los procedimientos que posibiliten medir el concepto en asunto (Guerra, 1996, p.89).

2.3. Población, muestra y unidad de análisis

Población

Representa el grupo de sujetos u objetos de los cuales se busca conocer algo en la investigación. "La población puede estar formada por animales, personas, muestras de laboratorio y todo aquel elemento que pueda ser medido". (Pineda et al. 1994, p.108)

Siguiendo el concepto del autor; en nuestro caso nuestra población serán las probetas cilíndricas, anillos y vigas de concreto elaboradas en el laboratorio de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.

Muestra

Zorrilla y Torres (2001, pp.76-77) señalan que:

El muestreo es la herramienta donde se selecciona una muestra específica de la población que se desea investigar, el muestreo constituye la técnica para poder saber algunas características de la población, usando como fuente a la muestra.

Ante lo expuesto por los dos autores tomamos la medida de usar 48 probetas cilíndricas, 4 anillos y 4 vigas tomadas de las mezclas de concreto; la cual nos satisficará en el resultado de encontrar la retracción idónea.

- 1era mezcla: concreto natural
- 2da muestra: concreto y ceniza volante
- 3era muestra: concreto y ZRR-PLAST
- 4ta muestra: concreto, ceniza volante y ZRR-PLAST.

Todas ellas realizadas con un exhaustivo análisis y adecuada elaboración de los ensayos de laboratorio.

Muestreo

Es el sistema más utilizado para elegir a los componentes de la muestra global de la población. "Radica en el conjunto de normas, criterios y procedimientos donde se

seleccionará un grupo de elementos de una población que simboliza lo que sucede en todo el universo" (Mata et al, 1997, p.19).

Para esta investigación tomaremos el muestreo no probabilístico. Según (Cuesta, 2009, párr.23) Es un sistema de muestreo en el cual las muestras se agrupan en un procedimiento que no ofrece igual oportunidad a los elementos de la población.

Ante lo indicado por el autor, para nuestra investigación experimental, es factible e idóneo tomas muestras en función de criterio personal e intencional del investigador.

Unidad de análisis

Para definir este concepto nos basaremos en Gaitán y Piñuel (1998, p. 60)

Las unidades de análisis son todas las magnitudes de percepción, elegidas previamente por el observador en el campo durante un tiempo determinado. Hay que inspeccionar distintas unidades de análisis en la observación esquematizada, esto dependerá del marco teórico suscitado, la hipótesis que se plantea, los objetivos del estudio y las propiedades del fenómeno a analizar.

El concreto, puesto que es el elemento indispensable en todo el análisis de investigación.

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

Técnicas de recolección de datos

Méndez (1999, p.143) explica que:

A los principios y procedimientos para recopilación de la información como los hechos que proporciona tener información al investigador. También señala que para recolectar información se usan fuentes primarias y secundarias, esta es la técnica esencial dentro del marco de investigar.

Por lo anteriormente señalado la fuente son aquellas que podemos inspeccionar, detallar y explicar sucesos o fenómenos que delimitan el problema del proyecto, así como es el caso de las pruebas de laboratorio es fiel fuente de los técnicos de laboratorio que desean hallar analizar al elemento; en nuestro caso el concreto.

Instrumentos de la recolección de datos

Fuentes Primarias: los ensayos en laboratorio que realizaremos serán nuestra principal y optima fuente.

Tabla 7. *Ensayos en laboratorios*

Ensayos en el concreto
Compresión de Probetas de Cilíndricas (6"x12")
Determinación , Rendimiento, Slump
Diseño de Mezclas de Concreto
Preparación, Curado y Ensayo de Probetas Cilíndricas
Verificación de Diseño de Mezclas (material proporcionado por el solicitante)
Materiales (ceniza volante y aditivo)
Retracción
Retracción libre
Retracción restringida

Fuente: Elaboración propia

Fuentes Secundarias: Información obtenida de documentos, tesis, artículos, revistas, libros online, etcétera.

Confiabilidad

Nivel en donde el instrumento elabora resultados coherentes. Al igual que su empleo reiterado al análogo objeto o sujeto obtiene efectos iguales. Kerlinger (2002, párr.6).

Ante lo expuesto por el autor, el grado de confiabilidad es aquel que nos permitirá medir el grado de confianza; para este proyecto se trabajará con respecto a la calibración de los equipos de laboratorio UNI-LEM que se usarán para el desarrollo del proyecto; avalando los resultados de manera óptima y eficaz.

Validez

El uso de los instrumentos empleados para la medición debe ser los apropiados, con facilidad y eficiencia, estos nos deben dar la seguridad que nuestros resultados sean transparentes. De igual manera afirma Namakforoosh (2002, párr.18), siendo esencial que los instrumentos elegidos cumplan tres peculiaridades: Validez, el nivel en que la prueba mide lo que en realidad se quiere medir; Confiabilidad: la precisión de los recursos de medición; y la Factibilidad, se describe a los agentes que disponen la eventualidad de elaboración.

Por esa razón en el presente proyecto la validez será respaldada por la firma de los especialistas (Ingenieros Civil y técnicos de laboratorio, externos de la Universidad Cesar

Vallejo (Empresa C&P Consultores y Ejecutores y UNI-LEM); quienes darán la veracidad de los resultados obtenidos. Ver Anexo N°2

2.5. Procedimiento

Los pasos que llevan a cabo para la elaboración constituye de una serie de secuencias, con la finalidad de poder obtener como resultado final lo estipulado en la hipótesis de esta investigación o en caso contrario la negación de la misma (si en el caso ocurriese). No obstante, en este tema se mencionarán cada uno de estos procesos, según las normas vistas en el transcurso del desarrollo de investigación.

Ubicación de las canteras

Las canteras empleadas para realizar cada uno de los ensayos de agregados fueron seleccionadas por un proveedor cuya experiencia en el rubro de repartición de materiales de construcción, este el GRUPO MAT CENTER S.A.C.

Esta empresa extrae los materiales de construcción de la cantera de la carretera de trapiche (agregado fino) y de la misma cantera de UNICON (agregado grueso), con la finalidad de brindar una calidad en cada uno de sus agregados.

Se puede visualizar la validación que tiene el número de ruc de la empresa GRUPO MAT CENTER S.A.C., de la misma manera a continuación se presentará el mapa de las canteras UNICON y TRAPICHE, ambas ubicadas en la provincia de Lima.



Figura 14. Lugar de cantera UNICON- Agregado Grueso

© Google earth

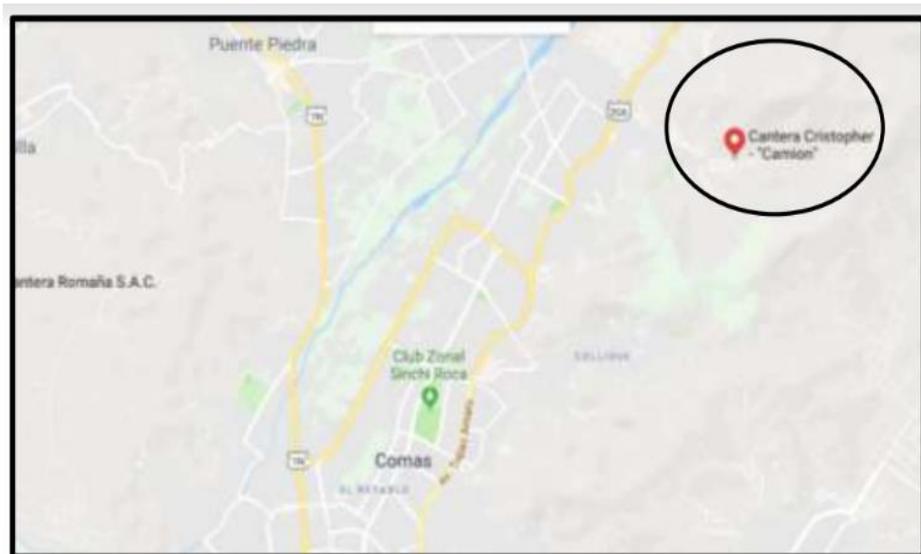


Figura 15. Lugar de cantera TRAPICHE- Agregado fino

Ubicación de laboratorio para los ensayos

Para la presente investigación se decidió hacer los ensayos en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad de Ingeniería (LEM). Este lugar académico se encuentra ubicado dentro de las instalaciones de la UNI, específicamente en la Av. Túpac Amaru 210 Lima 25.

© Google earth

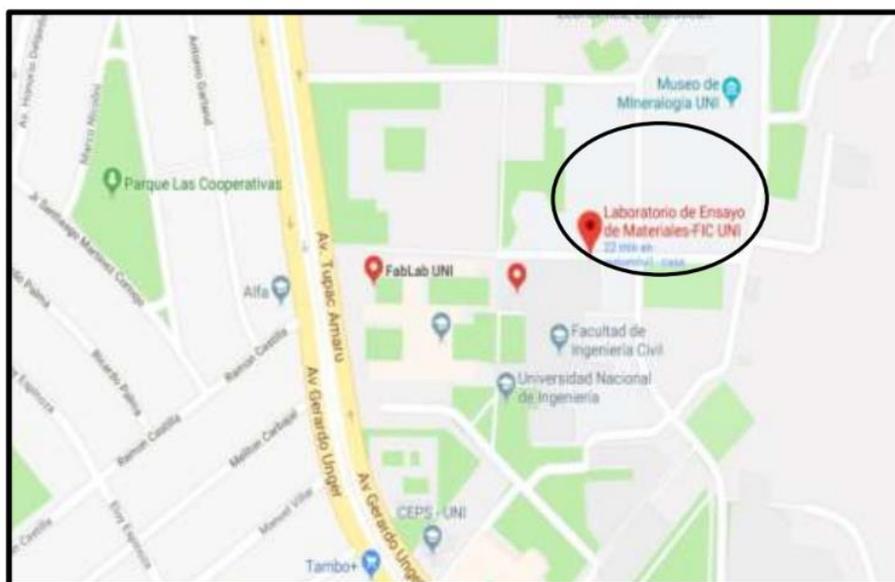


Figura 16. Laboratorio LEM-UNI

Para el presente trabajo nos apoyaremos en los Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L., quienes en su momento realizaron el análisis de la composición química de la ceniza volante, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 8. *Datos proporcionados por el laboratorio analítico del sur.*

SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Mn ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	LOI	SO ₃	SO ₄	P ₂ O ₅
50.18%	0.17%	1.37%	15.29%	8.18%	0.17%	8.44%	2.85%	3.91%	0.70%	0.84%	0.19%

Fuente: certificado proporcionado por el laboratorio analítico del sur

Indicándonos así la norma ASTM C 618 lo siguiente:

La sumatoria de los porcentajes de los compuestos (SiO₂, Al₂O₃ y Fe₂O₃) debe dar como mínimo 70%, estos datos se obtienen de la tabla 8

$$50.18\% + 15.29\% + 8.18\% = 73.65\%, \text{ si cumple.}$$

Así mismo el contenido de SO₃ resulto ser 0.70%, cumpliendo con la norma debido a que el máximo permitido es 3%.

La pérdida de calcinación debe ser como máximo el 6%, para la ceniza volante analizada su pérdida de calcinación LOI es 3.91%, lo cual también cumple.

Cuando se quiso realizar el análisis físico de la ceniza, no se hayo laboratorio especializado; puesto que no es común el uso de ceniza volante en nuestro país. Por ende solo se consideró el análisis realizado en el laboratorio de química de la Universidad Nacional del altiplano y también de la ficha técnica de la central Termoeléctrica Ito21.

Por lo expuesto, podemos aseverar la ceniza volante cumple con los requisitos químicos recomendados por la norma ASTM 618.

Para nuestro diseño de mezcla añadido la ceniza volante se empleó cenizas de partículas de 1 µm a más de 1mm de tamaño; así mismo se reemplazó solo el 12.5%

Estudio de agregados:

Agregado Fino

A. Análisis granulométrico

El objetivo principal del ensayo granulométrico es cotejar la selección de cada uno de los agregados según los tamices certificados de acuerdo al tamaño según indica la norma, cuyo objetivo es verificar si el material se ubica en el rango correcto para el diseño de mezcla.

Este ensayo está respaldado por la NTP 400.012, estudio de agregados; así mismo para estimar el rango estándar del agregado fino esta la NTP 400.037.

Procedimiento:

- Se seleccionó una muestra específica que fue empleada en el cuarteo.
- Se dejó secar el material seleccionado en el horno a una temperatura de 110 ± 5 oC.
- Se pesó la muestra elegida, luego se procedió a secar una cantidad mayor a 500 g (se recomienda usar el valor inicial).
- Se ordena de manera decreciente los tamices, según indica la Tabla 9.

Tabla 9. *Tamices*

Tamices
Agregado Fino
Nº 4 (4.8 mm)
Nº 8 (3.2 mm)
Nº 16 (1.6 mm)
Nº 30 (0.8 mm)
Nº 50 (0.5 mm)
Nº 100 (0.3 mm)

Fuente: laboratorio UNI

- En la maquina vibradora se colocó la muestra que fue previamente pesada en los tamices por un lapso de tiempo de uno o dos minutos.
- Se procedió a retirar los tamices, así mismo se pesó cada muestra retenida por las mallas correspondientes.

B. Contenido de humedad

Después de haber culminado el análisis granulométrico; se procedió a hallar el contenido de humedad siguiendo los parámetros de la NTP 339.185, la cual indicaba que para poder hallar la humedad del agregado; se debe tener una correcta dosificación del suministro del agua en la mezcla.

Procedimiento:

- Se realizó el cuarteo de la muestra seleccionada, cuyo fin fue separar una cantidad del material según indica la Tabla 10.

Tabla 10. Tamaño máximo nominal

Tamaño Máximo Nominal	Cantidad mínima material de ensayo (kg)
Nº 4 (4.8 mm)	0.5
3/8" (9.5 mm)	1.5
1/2" (12.5 mm)	2.0
3/4" (19.0 mm)	3.0
1" (25.0 mm)	4.0
1 1/2" (37.5 mm)	6.0

Fuente: laboratorio de materiales UNI

- Se secó la muestra seleccionada en el horno considerando una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$, mezclando el material, cuyo objetivo fue obtener una cantidad de peso constante
- Luego de que se retiró la muestra del horno, se dejó enfriar por una hora, luego se usó la siguiente ecuación.

$$H(\%) = \frac{(W_h - W_s)}{W_s} \times 100 \qquad \text{Fórmula N° 3}$$

Dónde:

H: Porcentaje de humedad (%).

Wh: Peso del agregado húmedo (g).

Ws: Peso del agregado seco (g).

C. Peso específico y porcentaje de absorción

Este ensayo nos ayudó a hallar el peso específico, donde se consideró una superficie seca, encontrando así también el porcentaje de absorción del agregado fino; cabe mencionar que todo cálculo se rigió por la norma NTP 400.021.

Procedimiento:

- Se tuvo una muestra representativa, luego de que se realizó el cuarteo.
- Se saturó la muestra seleccionada mayor de 1000.00 g en el intervalo de 24 ± 4 horas.
- Obtenida la muestra saturada, se dejó enfriar a temperatura ambiente por un lapso de 24 horas en el plástico.

- Se pesó 500 g de la muestra saturada superficialmente seca, lo cual fue usado para el método del cono; siendo su finalidad hallar el nivel de saturación del agregado fino. Este proceso consto en compactar con un pistón dando 25 golpes teniendo una altura de 3cm sujetando el cono de la parte inferior, por último se retiró de manera vertical.

Obs: Cabe resaltar que en el método del cono, hay parámetros que indican que: si se retira el cono y el material se deforma en su totalidad es indicador que es completamente saturado; por otro lado si el material se cae por los lados, indican que está saturado superficialmente seca.

Luego de realizar el método del cono y haber verificado el material S.S.S, se colocó en la fiola logrando identificar su peso.

- Se Agregó agua a la fiola, logrando pasar el material, con ello también la partículas del aire ascendieron.
- Luego, se llenó la fiola con un nivel de 500 cm³ determinando así el peso total.
- Se vertió y dejo reposar durante un lapso de 15 a 20 min, se usó una pipeta para eliminar el agua excedente.
- La muestra se llevó al horno a una temperatura de 110 ± 5 o C durante 24 horas, posteriormente se pasó a enfriar a temperatura ambiente hasta las 1 1/2 hora, esto permitió el cálculo del peso específico y porcentaje de absorción siendo reemplazadas en las siguientes ecuaciones.

$$P.E. Masa = \frac{A}{V-W} \quad \text{Fórmula N° 4}$$

$$P.E. Masa_{SSS} = \frac{500}{V-W} \quad \text{Fórmula N° 5}$$

$$P.E. Aparente = \frac{A}{V - W - (500 - A)} \quad \text{Fórmula N° 6}$$

$$\%Abs = \frac{(500 - A)}{A} \times 100 \quad \text{Fórmula N° 7}$$

Dónde:

A: Peso de la arena seca en el horno (g).

P.E: Peso específico (g/cm³).

W: Peso del agua.

V: Volumén del balón

%Abs: Porcentaje de absorción (%).

D. Peso unitario suelto y compactado

La NTP 400.017, indica parámetros con los cuales se evaluó al agregado fino con el objetivo de hallar la relación Masa/Volumen del material en un estado compactado y suelto.

Procedimiento de peso unitario suelto (PUS):

- Se obtuvo una muestra representativa, tras realizar el cuarteo.
- Luego verter el material en un recipiente (se conocía el peso de este), se dejó caer a una altura no mayor a 5 cm.
- Se niveló la superficie del recipiente usando una varilla de acero liso.

Procedimiento de peso unitario compactado (PUC):

- Se vació el material seleccionado y cuarteado en la tercera parte del recipiente.
- Luego con una varilla lisa se dio 25 golpes en cada una de las pacas (3 capas).
- En cada cuadrante se dio tres golpes con el martillo de caucho.
- Finalmente, se niveló la superficie con una varilla lisa, procediendo así al peso del material obtenido; así mismo se empleó las ecuaciones mostradas a continuación.

$$PUS = \frac{WS}{VR}$$

Fórmula N° 8

$$PUC = \frac{WC}{VR}$$

Fórmula N° 9

Dónde:

Ws: Peso del agregado suelto (kg/m³).

Wc: Peso del agregado Compactado (kg/m³).

VR: Volumen del recipiente (m³)

Agregado Grueso

Análisis granulométrico

Con respecto al agregado grueso se empleó la NTP 400.12, encontrando así los valores óptimos para el correspondiente diseño de mezcla.

Procedimiento:

- Se realizó el cuarteo del material, retirando una muestra significativa.
- Se secó el material en el horno bajo una temperatura de 110 ± 5 oC.
- Se pesó la muestra según el tamaño del agregado mostrado en la Tabla 11.

Tabla 11. *Peso requerido del agregado grueso según el TN*

TNM	Peso mínimo por ensayo (kg)
3/8"	1.0
1/2"	2.0
3/4"	5.0
1"	10.0
1 1/2"	15.0
2"	20.0
2 1/2"	35.0
3"	60.0
3 1/2"	100.0

Fuente: laboratorio de materiales UNI

- Se clasificó los tamices según la norma, los cuales están reflejados en la Tabla 12

Tabla 12. *Tamices para granulometría agregado grueso*

Tamices
Agregado Grueso
3" (75.0 mm)
2 1/2" (63.0 mm)
2" (50.0 mm)
1 1/2" (37.5 mm)
1" (25.0 mm)
3/4" (19.0 mm)
1/2" (12.5 mm)
3/8" (9.5 mm)

Fuente: laboratorio de materiales UNI

- Luego de esperar dos minutos del tamizado, se retira el material de cada una de las mallas para su posterior pesado y con esos datos obtener la curva granulométrica.
- Después de haber transcurrido 2 minutos del tamizado, se retiró cada malla y se pesó cada muestra; con los datos obtenidos se

B. Contenido de humedad

La NTP 339.185, nos indica el procedimiento de cómo obtener el contenido de humedad evaluando el agregado grueso, por ende aplicaremos los siguientes pasos para el diseño de mezcla requerido

Procedimiento:

- Se cuarteo el material seleccionado, y se logró obtener una muestra representativa; pesando así una cantidad estimada según la Tabla 10.
- Las muestras fueron llevadas al horno a secar con una temperatura de 110 ± 5 oC.
- La muestra fue retirada y se secó por una hora, luego se registró el peso de la muestra aplicando la formula N° 3.

C. Peso específico y porcentaje de absorción

Este ensayo se basó en la NTP 400.021, donde se evalúa las propiedades del agregado grueso de la cantera de UNICON.

Procedimiento:

- Se cuarteo el material para obtener una muestra significativa.
- Se realizó el tamizado y se empleó el material que se quedó en la malla N°4.
- Del material obtenido se pesó una muestra según la Tabla 13, luego se lavó el material para eliminar las impurezas.

Tabla 13. Cantidad mínima recomendada para ensayo de P.E. y % abs.

Tamaño Máximo Nominal	Cantidad Mínima del material
1/2" (12.5 mm)	2.0
3/4" (19.0 mm)	3.0
1" (25.0 mm)	4.0
1 1/2" (37.5 mm)	5.0
2" (50.0 mm)	8.0

Fuente: Laboratorio de materiales UNI

- Se secó el material en el horno; luego se dejó en un balde reposando en agua por 24 ± 4 horas, para que se enfrié.
- Se colocó la muestra en una franela que sirvió para secar la superficie del material, esto permitió que la muestra este en condición saturada con superficie seca.
- Posterior a ello, se registró el peso considerado "B", esta muestra fue colocada en una canastilla metálica de la balanza hidrostática, conociendo así el peso sumergido en agua a una temperatura de 23.0 ± 2.0 C.

© Fuente propia



Figura 18. Secado del agregado y pesado en la balanza

- Por último, se secó el material en el horno logrando conseguir un peso contante “A”, para poder reemplazar las siguientes formulas.

$$P. E. Masa = \frac{A}{B-C} \quad \text{Fórmula N° 10}$$

$$P. E. Masa_{SSS} = \frac{B}{B-C} \quad \text{Fórmula N° 11}$$

$$P. E. Aparente = \frac{A}{A-C} \quad \text{Fórmula N° 12}$$

$$\%Abs = \frac{B-A}{A} \times 100 \quad \text{Fórmula N° 13}$$

Dónde:

A: Peso de la muestra secada en el horno (g).

B: Peso de la muestra saturada superficialmente seca (g).

C: Peso de la muestra saturada en agua (g).

D. Peso unitario Suelto y Compactado

Este ensayo es respaldado por la NTP 400.017, los procedimientos que se realizaron fueron descritos anteriormente para el PUs y PUC del agregado fino, estos son los mismos para el caso del agregado grueso; por consiguiente la explicación del proceso y el uso de las formulas 8 y 9 son aprobadas para este ensayo

Diseño de mezcla

El diseño de mezcla se ejecutó para un concreto de $f'c$ de 280 kg/cm² mediante los datos obtenidos en cada uno de los ensayos mencionados anteriormente. Por ello, el procedimiento utilizado para la presente investigación es del método de BOLOMEY. La empleabilidad de este diseño se adecua para cualquier tipo de material (agregado) y en distintas condiciones. De la misma manera, este proceso no es un valor exacto con respecto a sus resultados, sino

que puede ser mejorado dependiendo las pruebas previas al diseño ya determinado y la experiencia de quien lo realice.

Para el presente proyecto se evaluó un concreto de $f'c$ de 280 kg/cm², considerando los datos obtenidos en los ensayos mencionados. Para ello nos apoyaremos en el método de BOLOMEY.

Pasos para el diseño por BOLOMEY:

En primer lugar se escogió la consistencia del concreto que se desea emplear, nos referimos al SLUM, la referencia no encontramos en las tablas del ACI 211 donde encontramos las medidas en pulgadas; así mismo para el método de Bolomey se empleó el determinar el módulo de finura.

- Luego se determinó el Tamaño máximo nominal del agregado (TMN), respaldándonos con la ACI 211, considerando que en la malla se retuvo un porcentaje menor al 15% de todo el agregado.
- Enseguida se procedió a calcular la cantidad de agua que se requería para la mezcla; se empleó parámetros que indican en la Tabla 14
- También, en la tabla expuesta se puede identificar si la mezcla tiene o no contenido de aire.

Tabla 14. Cantidad (kg) de agua por metro cubico de hormigón.

Asentamiento	Tamaño Máximo de agregado grueso							
	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	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
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	---

Fuente: ACI 211

- El cálculo de la resistencia es primordial; pero para ello se tiene una diversidad de casos del ACI 211; pero para el presente diseño se empleó el cálculo de la tabla 15, donde se obtuvo una resistencia requerida no usando la desviación estándar.

Tabla 15. Rango de resistencia requerida

Rangos de Resistencia f'_c (kg/cm ²)	Resistencia Requerida f'_{cr} (kg/cm ²)
$f'_c < 210$ kg/cm ²	$f'_{cr} = f'_c + 70$
$210 < f'_c < 350$	$f'_{cr} = f'_c + 85$
$f'_c > 350$	$f'_{cr} = 1.10 * f'_c + 50$

Fuente: ACI 211

- Mediante la Tabla 16, se estimó la relación agua/ cemento; siendo esta una derivación de la Fórmula N° 14; empleando los ábacos.

Tabla 16. Relación agua/ cemento (a/c).

F'_c (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Concreto sin aire incorporado	concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	--
450	0.38	--

Fuente: ACI 211

$$f'_{cr} = \frac{1224}{13.46^{A/C}} \quad \text{Fórmula N° 14}$$

- Obtenida la relación A/C, se realizó el cálculo para hallar el cemento que utilizaremos en la mezcla.
- Se determinó las proporciones del agregado según el método de Bolomey usando la Fórmula N° 15 ; así mismo se tomó un valor aproximado según la gráfica de la Figura 19.

$$Y = A + (100 - A) \sqrt{\frac{d}{D}} \quad \text{Formula N° 15}$$

Dónde:

Y: Porcentaje de agregado que pasa por las mallas con dimensiones “d”.

A: Coeficiente de la forma y consistencia del agregado (Tabla 17).

d: Tamaño de las mallas en mm o pulg.

D: Tamaño Máximo del agregado (TMN) en mm o pulg.

Tabla 17. Coeficiente A de la ecuación de BOLOMEY.

AGREGADO	CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO (cm)	A
Redondeado	Seca - Plástica	0 - 5	10
	Blanda	5 - 10	11
	Fluida	10 - 20	12
Triturado	Seca - Plástica	0 - 5	12
	Blanda	5 - 10	13
	Fluida	10 - 20	14

Fuente: guía para diseño de hormigón

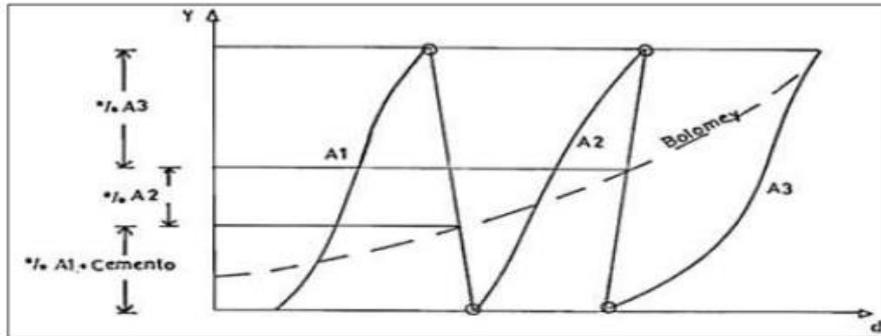


Figura 19. Dosificación gráfica del agregado mediante Bolomey

Como se puede observar en la figura 19, se da referencias de un agregado óptimo; teniendo en cuenta que las líneas son los porcentajes, se incluye también al cemento.

- Luego de haber encontrado la cantidad de cemento (t_0), la cual se halla usando la Fórmula No 16, se empezara el método de módulo de finura; para ello se consideró que dicho modulo es cero ($MF_0 = 0$).

$$t_0 = \frac{c/d_c}{1025-A} \times 100 \quad \text{Fórmula N° 16}$$

Dónde:

C: Peso del cemento (kg/m³).

dc: Peso específico del cemento (3.12 g/cm³).

A: Peso del agua (kg/m³).

t_0 : Porcentaje del cemento con respecto a la cantidad total de agregado (%).

to: Porcentaje del cemento con respecto a la cantidad total de agregado (%).

- Obtenido estos datos se procede a determinar el Módulo de finura de Bolomey (MFB) para los agregados. Como se ve en la Figura 20.

$$\begin{aligned}
 & t_0 + t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n = 100 \\
 \text{MFB}_1 &= \frac{t_0 \text{MF}_0 + t_1 \text{MF}_1}{t_0 + t_1} \\
 \text{MFB}_2 &= \frac{t_0 \text{MF}_0 + t_1 \text{MF}_1 + t_2 \text{MF}_2}{t_0 + t_1 + t_2} \\
 \text{MFB}_3 &= \frac{t_0 \text{MF}_0 + t_1 \text{MF}_1 + t_2 \text{MF}_2 + t_3 \text{MF}_3}{t_0 + t_1 + t_2 + t_3} \\
 & \vdots \\
 \text{MFB}_n &= \frac{t_0 \text{MF}_0 + t_1 \text{MF}_1 + t_2 \text{MF}_2 + t_3 \text{MF}_3 + \dots + t_n \text{MF}_n}{t_0 + t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n}
 \end{aligned}$$

Figura 20. Método de finura de bolomey

Para el presente proyecto solo se consideró hasta el MFB2; dado que solo estamos empleando el agregado grueso y fino. Por lo tanto para hallar el porcentaje de ambos se empleó la Fórmulas N° 17 y 18.

$$t_1 = \frac{100(\text{MF}_2 - \text{MFB}_2) - t_0 \text{MF}_2}{\text{MF}_2 - \text{MF}_1} \quad \text{Fórmula N° 17}$$

$$t_2 = 100 - (t_0 + t_1) \quad \text{Fórmula N° 18}$$

Dónde:

t1: Porcentaje de agregado fino.

t2: Porcentaje de agregado grueso.

Una vez hallado los valores, se hace la dosificación del agregado y se corrigió la humedad según el ACI 211, obteniendo como resultado final la cantidad de insumos para el diseño. No obstante esto se modificó debido a que la mezcla salió muy seca no cumpliendo con nuestras expectativas como diseñador.

Ensayos para medir la retracción:

A. Ensayo para la determinación de cambio de longitud en concreto

Basándonos en la norma ASTM C192, ASTM C490; el poder medir la variación longitudinal nos permitirá predecir la contracción volumétrica del concreto.

El ensayo tiene por objetivo determinar la deformación unitaria del prisma de concreto de las medidas 75x75x285 mm, teniendo como referente una barra de referencia para poder comparar la longitud.

a) Equipos:

- Varilla de acero de 3/8"
- Martillo de goma
- Pernos de calibración
- Vigas de 75x75x285 mm.
- Moldes de acero

b) Procedimiento:

Una vez colocado y armado los moldes de concreto, se da un aproximado de 24 golpes por cara de la viga; tener en cuenta que se debe estar bajo sombra y una temperatura constante, cubriendo las vigas bajo agua.

Apenas se desmolde la viga tomar las medidas (primer instante del desmolde, a los 7 y a los 28 días), como se puede visualizar en la figura 21.



© Fuente propia

Fig.21 Toma de lectura de las viguetas de concreto

B. Retracción Restringida:

Nos apoyaremos en la NTP 339.212 y ASTM C 1581, para respaldar la confiabilidad de los ensayos.

La variación de agua y cemento nos da como resultado en la gran mayoría la variación de fisuras, por ende, en el ensayo de retracción restringida es básicamente restringir al concreto por medio de un anillo de acero, lo cual nos generara fuerzas de tracción internas que ocasionaran fisuras; logrando así medir el ancho y aparición de estas en el concreto, en la posterior figura 22, se observa el anillo que restringirá al concreto.

a) Equipos:

- Molde de acero en forma circular de 406 mm de diámetro externo
- Anillos interiores de 330 mm de diámetro
- Placa cuadrada de apoyo y ajuste con los anillos internos y externos.
- Varilla de 3/8"
- Martillo de agua

© Fuente propia



Figura 22. Anillo para el ensayo de retracción



© Fuente propia

Figura 23. Medición de fisuras de los anillos

Los anillos que son empleados para el ensayo de retracción restringida, poseen ciertas medidas que serán expuestas en la tabla 18.

Tabla 18: *Medidas del anillo según NTP*

	Dimensión		Tolerancia	unidad
A	12,5	±	0,13	[mm]
B	330	±	3	[mm]
C	406	±	3	[mm]
D	150	±	6	[mm]

Fuente: Coila y Loayza (2015, pp.217)

b) Procedimiento:

La elaboración de los anillos, requiere del uso de petróleo como desmoldante; también la NTP indica que debe haber dos capas, las cuales cada 75 veces con la barra de 3/8" de diámetro, se de 60 golpes en las 4 caras al externo del anillo para cada capa. Los anillos deben estar en un ambiente donde la temperatura sea constante, para este caso se cubrirá con tela la parte superior de poliestireno

Resistencia a la compresión:

Nos apoyaremos en la NTP 339.183 y ASTM C 192.

a) Equipos:

- Moldes cilíndricos, hechos de material impermeable y sobre todo no reactivo al cemento. Teniendo una variación de diámetro de 10 cm y la altura entre 20 cm., véase en la figura 24.
- Barra compactadora o varilla metálica lisa con punta redondeada de diámetro igual a 16mm (5/8") y longitud de 60cm.
- Martillo de goma.
- plancha metálica, petróleo, pala y cucharon metálico.



Figura 24. Medidas del molde de probeta cilíndrico

b) Procedimiento:

Una vez elaboradas las probetas se pasa a llenar con concreto en 3 etapas, usando el famoso varillado el cual debe ser recto, posteriormente se da 15 golpes con el martillo de goma en la parte externa de la probeta (la elaboración de probetas debe ser cada 7,14 ,21 y 28 días), después de haber transcurrido 24 horas se retiran las probetas y se dejan en agua hasta un día antes de la prueba de compresión. Para pasar así al equipo totalmente calibrado como podemos apreciar en la siguiente figura 26.

© Fuente Propia



Figura 25. Probetas

© Fuente Propia



Figura 26. Equipo para hallar la compresión

Ensayo de flexión en vigas:

Este método de ensayo se usa para determinar la resistencia a la flexión de especímenes preparados y curados con las NTP 339.033 ó NTP 339.183. Se debe saber que está en relación con el módulo de rotura, y la resistencia que se hallará dependerá de la variación del tamaño de espécimen, la humedad, el moldeado y tamaño requerido de la viga; tal y como lo indica el ASTM C78 O ASTM C293.

a) Ensayo:

Para realizar los ensayos la viga debe tener una luz libre 3 veces a su altura con una tolerancia del 2%, formando ángulos rectos con su cara superior e inferior. Se sabe que las superficies deben ser lisas y libres de porosidad o sin ninguna marca inapropiada (NTP 339.078,2012, p.4)

Así mismo cabe indicar que el laboratorista quien realice los ensayos debe cumplir con la ASTM C 1077, para validar la aceptación del concreto.

b) Procedimiento:

- La prueba de flexión se realizará de manera inmediata, luego de retirar la viga de la cámara de curado. Se debe tener en cuenta que las vigas con superficie seca nos brindaran resultados menores con respecto al módulo de rotura.
- Las vigas deben ser centradas para que reciban la carga a las que se desea someter.
- la carga aplicada debe estar en el rango de 3 a 6% de la carga de rotura calculada, como se aprecia en la siguiente figura 27.la viga será expuesta a una carga externa



© Fuente Propia

Figura 27. Ensayo de flexión

2.6. Métodos de análisis de datos

En base al tipo de investigación se debe analizar el contenido, en el cual se “Pretende acercarse a la indagación de los juicios en lugar de términos” Ander (1979, P. 506).

Para ello es imprescindible utilizar a cabo un medio de: modificar, organizar, tratar y analizar la información adquirida mientras la recopilación de referencias. El análisis de materia es un método que posibilita la explicación sistemática, cuantitativa y neutra de la

capacidad por lo cual se desea conseguir una explicación competente de la averiguación del proyecto.

2.7. Aspectos éticos

En el proceso del proyecto, se ha tenido los fundamentos éticos bien establecidos, tanto a nivel social, académico e ímpetu investigador.

Empezaremos por el aspecto social, si bien es cierto se tendrá que respetar y llegar a buenos acuerdos con los pobladores de la asociación villa rica, entidades de comité vecinal, municipalidad distrital, todas ellas ubicadas en san Martín de Porres, dado que el análisis e inspección visual será en ese distrito. Para ello se debe hablar con los dirigentes, municipalidad y lograr llegar acuerdos que beneficiarán ambas partes; los pobladores obtendrán conocimiento e información de porque el pavimento en varias ocasiones suele presentar fisuras; si en muchas ocasiones tienen solo meses de ser ejecutadas, y también se le mostrara soluciones ante esta problemática tan usual. Así mismo nosotros desarrollaremos capacidades como investigadores, profesionales, que haciendo el uso de nuestros conocimientos estaremos brindando mejora en nuestra sociedad.

En el ámbito académico se podrá desarrollar el ímpetu investigador usando todas las herramientas aprendidas y adquiridas en nuestra prestigiosa universidad para lograr concretar la materialización de toda nuestra información adquirida; así mismo las fuentes que usaremos estarán debidamente citadas para no quitar autenticidad ni crédito a los autores que usaremos como referencia.

III. RESULTADOS

En el presente capítulo; veremos los resultados realizados en el laboratorio LEM-UNI e interpretaremos los datos expuestos en los informes.

Diseño de mezcla patrón:

Para poder cumplir con nuestras expectativas del proyecto de investigación planteado; se planteó diseñar una mezcla que llegara a los $f'c$ de 280 kg/cm²; realizando el siguiente análisis:

Agregado fino:

Tabla 19. *Análisis granulométrico fino*

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA.	% PASA. ASTM
Pulg	mm				
3/8"	9.5	0.0.	0	100	100
Nº 4	4.75	6.30	6.30	93.70	95-100
Nº 8	2.36	24.20	30.40	69.60	80-100
Nº 16	1.18	25.00	55.40	44.60	50-85
Nº 30	0.6	18.00	73.50	26.50	25-60
Nº 50	0.3	13.00	86.40	13.60	5-30
Nº 100	0.15	8.20	94.60	5.40	0-10
FONDO		5.40	100.00	0.00	

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 19, se puede visualizar los pesos retenidos del agregado colocado en los tamices se ha podido sacar los porcentajes retenidos y porcentajes retenidos acumulados, para luego poder obtener la curva granulométrica cal cual se puede visualizar en la Gráfica 28.

La curva punteada, son los rangos permisibles impuestos por la NTP 400.012, que definirá si el material conseguido cuenta con un control de calidad adecuado. Por ello, se puede apreciar que en uno de los puntos el porcentaje que pasa en la malla No 8 es de un valor de 69.60, el cual está por debajo del valor mínimo. Sin embargo, se puede dar por conclusivo que este material fino si cuenta con las propiedades admisibles.

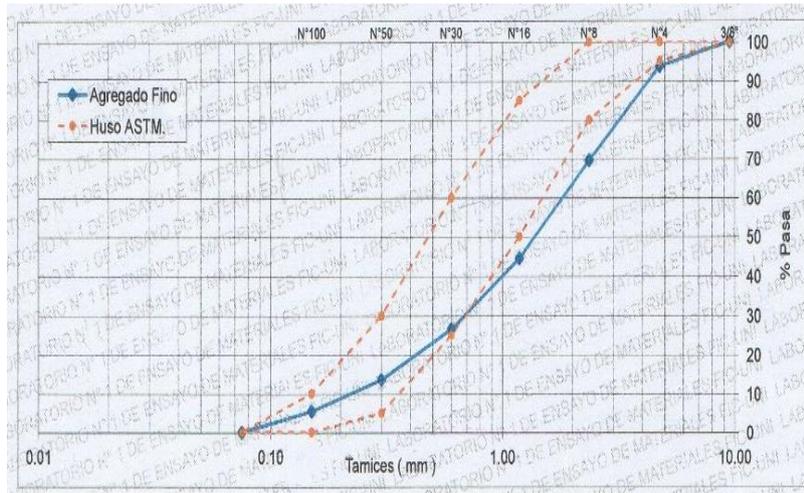


Figura 28. Curva granulométrica del agregado fino

Agregado grueso:

Tabla 20. Análisis granulométrico del agregado grueso

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA.	% PASA. ASTM
Pulg	mm				
1 1/2"	37.5	0.0.	0	100	100
1"	25	5.70	5.70	94.30	90-100
3/4"	19	38,7	44.40	55.60	40-85
1/2"	12.5	49.10	93.50	6.50	10-40
3/8"	9.5	5.10	98.60	1.40	0-15
Nº 4	4.75	1.30	99.80	0.10	0-5
FONDO	0	0.10	100.00	0.00	0-10

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 20, se puede visualizar el peso retenido en cada una de las mallas, de las cuales se pudieron conseguir los porcentajes acumulados y retenidos acumulados. Así mismo, se puede observar que mediante esa tabla se pudo obtener la curva granulométrica indicada en la figura 29.

En dicha gráfica se puede visualizar que el valor conseguido en el tamiz de 1" se tiene una cantidad de 94.3%, el cual tiene optimo en el rango permisible indicado en la NTP 400.012. Esto indica que es un material excelente para el diseño de mezcla.

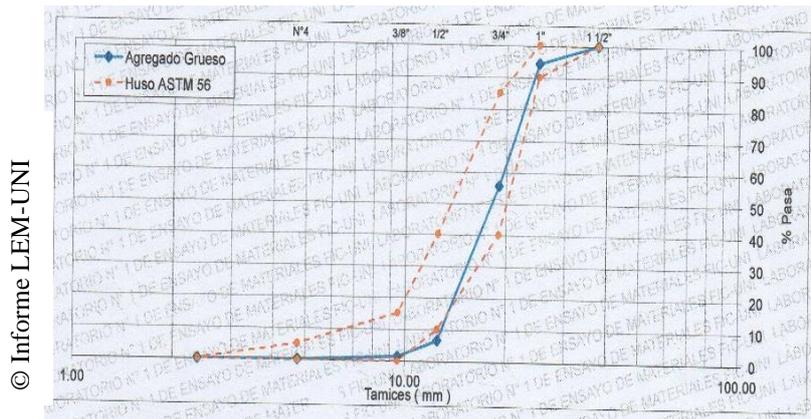


Figura 29. Curva granulométrica del agregado grueso

Característica del agregado global:

Tabla 21. Análisis granulométrico

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA.
Pulg	mm			
1 1/2"	37.5	0.0	0	100
1"	25	3.00	3.00	97.00
3/4"	19	20.10	23.10	76.90
1/2"	12.5	25.50	48.50	51.50
3/8"	9.5	2.60	51.20	48.80
N° 4	4.75	3.70	54.90	45.10
N° 8	2.36	11.60	66.50	33.50
N° 16	1.18	12.00	78.50	21.50
N° 30	0.6	8.70	87.20	12.80
N° 50	0.3	6.20	93.40	6.60
N° 100	0.15	3.90	97.30	2.70
FONDO	0	2.70	100.00	0.00

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 21 y la figura 30, al combinar ambos materiales se logra ver que cada uno logro pasar el rango de tamices establecidos según la NTP 400.012.

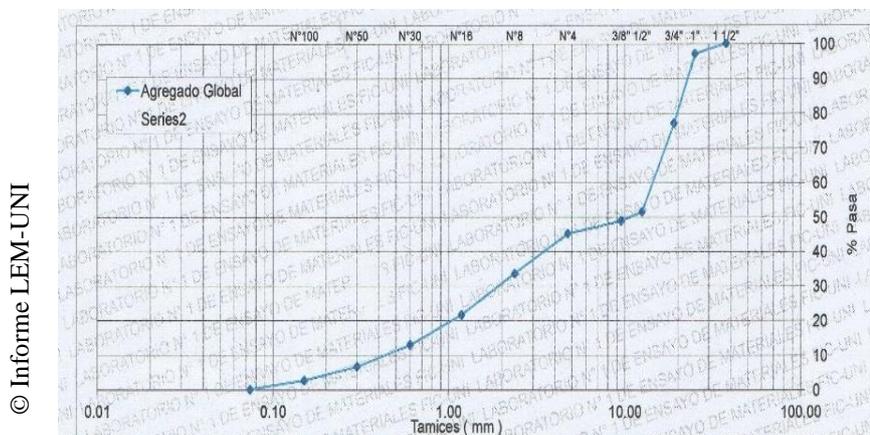


Figura 30. Curva granulométrica del agregado global

Resistencia a la compresión:

Diseño patrón de concreto

Tabla 22. Dosificación del diseño F1

F1- DISEÑO PATRÓN		
	POR M3	POR BOLSA
CEMENTO- ANDINO TIPO I	455 kg	42.5 kg
AGUA- RED UNI	221 kg	21.1 L
ARENA- GRUESA	783 kg	73.2 kg
PIEDRA- CHANCADA	885 kg	82.7 kg

Fuente: Informe de laboratorio LEM- UNI

En la Tabla 22 y la figura 31, se puede visualizar la cantidad usada para el diseño y el porcentaje que representa cada uno.

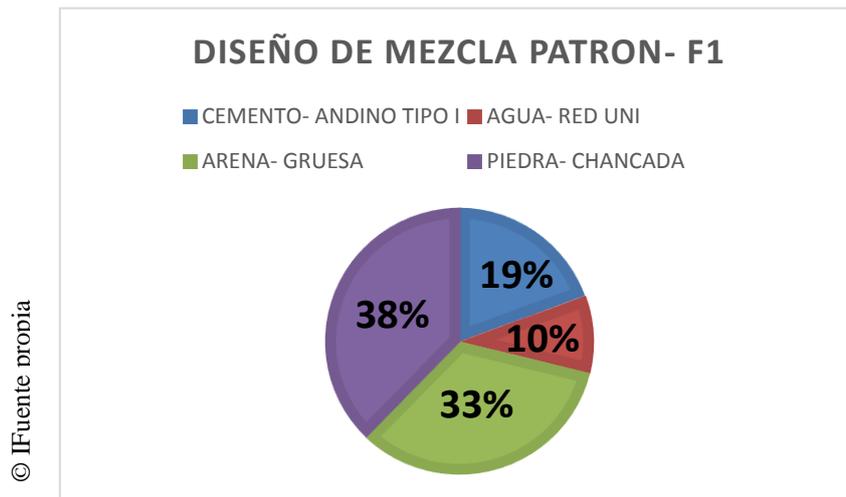


Figura 31. Diseño F1

Diseño de concreto adicionado aditivo

Tabla 23. Dosificación del diseño F2

DISEÑO F2		
	POR M3	POR BOLSA
CEMENTO - ANDINO TIPO 1	455 kg	42.5 kg
AGUA-RED UNI	169 kg	15.9 Kg
ARENA- GRUESA	783 kg	73.18 Kg
PIEDRA- CHANCADA	885 kg	82.7 Kg
ADITIVO	7 kg	0.7 L

Fuente: Informe de laboratorio LEM- UNI

En la Tabla 23 y la figura 32, se puede visualizar la cantidad usada para el diseño y el porcentaje que representa cada uno; hay que tener en cuenta que por norma e indicaciones de las especificaciones técnicas del aditivo ZRR-PLAST 971, por ende se añadió el 1.5% del peso del cemento

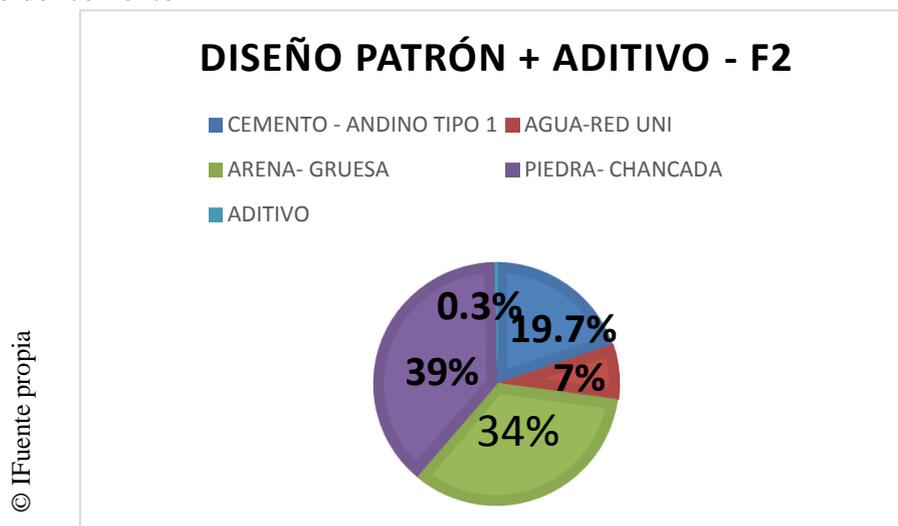


Figura 32. Diseño F2

Diseño de concreto adicionado ceniza

Tabla 24. Dosificación del diseño F3

DISEÑO F3		
	POR M3	POR BOLSA
CEMENTO - ANDINO TIPO 1	398 kg	35.9 kg
AGUA-RED UNI	207 kg	19.07 kg
ARENA- GRUESA	783 kg	73.18 kg
PIEDRA- CHANCADA	885 kg	82.7 kg
CENIZA	57 kg	5.7 kg

Fuente: Informe de laboratorio LEM- UNI

En la Tabla 24 y la figura 33, se puede visualizar la cantidad usada para el diseño y el porcentaje que representa cada uno; hay que tener en cuenta que para un adecuado usar del cemento al combinar la ceniza solo se añadió el 12.5% del peso del cemento al diseño.

© Fuente propia

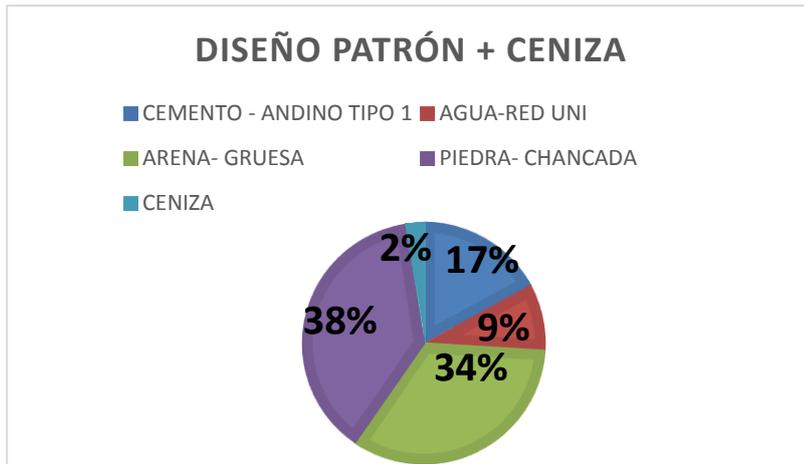


Figura 33. Diseño F3

Diseño de concreto adicionado ceniza y aditivo

Tabla 25. Dosificación del diseño F4

DISEÑO F4		
	POR M3	POR BOLSA
CEMENTO - ANDINO TIPO 1	398 kg	35.9 kg
AGUA-RED UNI	207 kg	19.07 kg
ARENA- GRUESA	783 kg	73.18 kg
PIEDRA- CHANCADA	885 kg	82.7 kg
ADITIVO	6 KG	0.6 L
CENIZA	57 kg	5.7 kg

Fuente: Informe de laboratorio LEM- UNI

En la Tabla 25 y la figura 34, se logra realizar finalmente la combinación entre aditivo, cemento y ceniza; para ayudar al diseño en aspectos claves como resistencia, retracción, trabajabilidad del concreto para diversos fines; en nuestro caso dirigido a pavimentos.

© Fuente propia

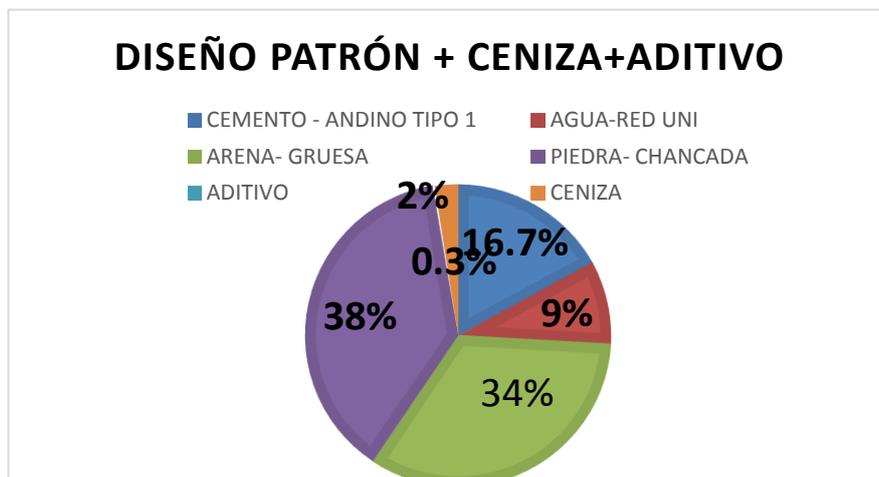


Figura 34. Diseño F4

Resistencia a la compresión:

Evaluado a la edad de 7 días:

Concreto patrón:

Tabla 26. Resistencia de la compresión a los 7 días –F1

MUESTRA	EDAD DE ENSAYO	DIÁMETRO PROMEDIO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM ²)
1	7	10.13	80.52	26309	327	322
2	7	10.14	80.75	25805	320	
3	7	10.05	79.33	25340	319	

Fuente: Informe de laboratorio LEM- UNI

En la Tabla 26 y la figura 35, se evaluó en un periodo de 7 días; como bien indica la norma se elaboraron 3 muestras; para considerar todo tipo de margen de error; obteniendo cargas de rotura muy similares; originando así una resistencia promedio de 322 kg/cm².; esta cifra en el margen de nuestras expectativas fue óptima.



Figura 35. Cuadro estadístico resistencia a los 7 días

Concreto patrón adicionado aditivo:

Tabla 27. Resistencia de la compresión a los 7 días-F2

MUESTRA	EDAD DE ENSAYO	DIÁMETRO PROMEDIO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM ²)
1	7	10.19	81.47	39909	490	476
2	7	10.07	79.56	37283	469	
3	7	10.09	79.88	37580	470	

Fuente: Informe de laboratorio LEM- UNI

En la Tabla 27 y la figura 36, se evaluó en un periodo de 7 días en este caso se añadió el aditivo ZRR-PLAST; como bien indica la norma se elaboraron 3 muestras; para considerar todo tipo de margen de error; obteniendo cargas de rotura muy similares; originando así una resistencia promedio de 476kg/cm².; como se puede observar con respecto al diseño patrón el aditivo posee gran influencia en la mejora de ganar resistencia.



Figura 36. Cuadro estadístico resistencia a los 7 días

Concreto patrón adicionado ceniza

Tabla 28. Resistencia de la compresión a los 7 días- F3

MUESTRA	EDAD DE ENSAYO	DIÁMETRO PROMEDIO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	RESISTENCIA PROMEDIO (KG/ CM2)
1	7	10.26	82.68	20938	253	259
2	7	10.15	80.91	20782	257	
3	7	10.18	81.39	21812	268	

Fuente: Informe de laboratorio LEM- UNI

En la Tabla 28 y la figura 37, se evaluó en un periodo de 7 días en este caso se añadió la ceniza volante; como bien indica la norma se elaboraron 3 muestras; para considerar todo tipo de margen de error; obteniendo cargas de rotura muy similares; en este caso se obtuvo una resistencia menor al patrón; como se puede ver se llegó a una sí una resistencia promedio de 259kg/cm².; considerando quizás que por condiciones ambientales no se condensa de manera ideal con el cemento y agregados.

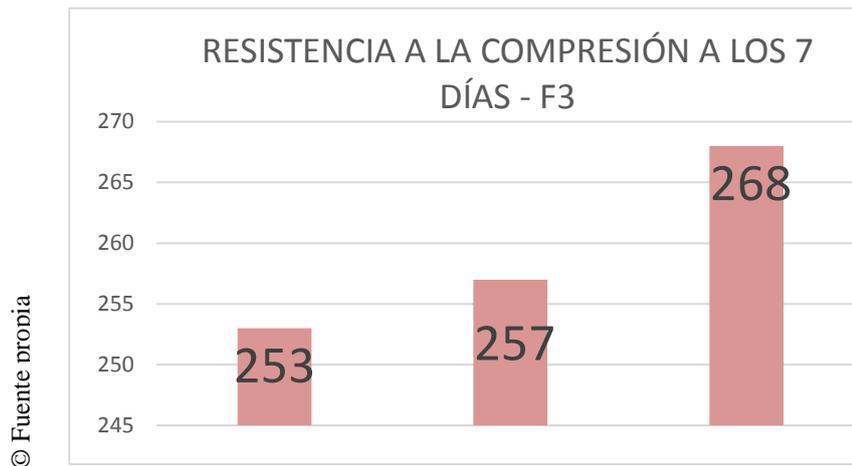


Figura 37. Cuadro estadístico resistencia a los 7 días

Concreto patrón adicionado ceniza y aditivo:

Tabla 29. Resistencia de la compresión a los 7 días- F4

MUESTRA	EDAD DE ENSAYO	DIÁMETRO PROMEDIO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM ²)
1	7	10.25	82.52	36342	440	437
2	7	10.25	82.44	36440	442	
3	7	10.1	80.04	34267	428	

Fuente: Informe de laboratorio LEM- UNI

En la Tabla 29 y la figura 38, se evaluó en un periodo de 7 días en este caso se añadió la ceniza volante y ZRR-PLAST; como bien indica la norma se elaboraron 3 muestras; para considerar todo tipo de margen de error; obteniendo cargas de rotura muy similares; como se puede ver se llegó a una sí una resistencia promedio de 437 kg/cm².; de esta manera indica que mejora la adición al concreto indiscutiblemente...

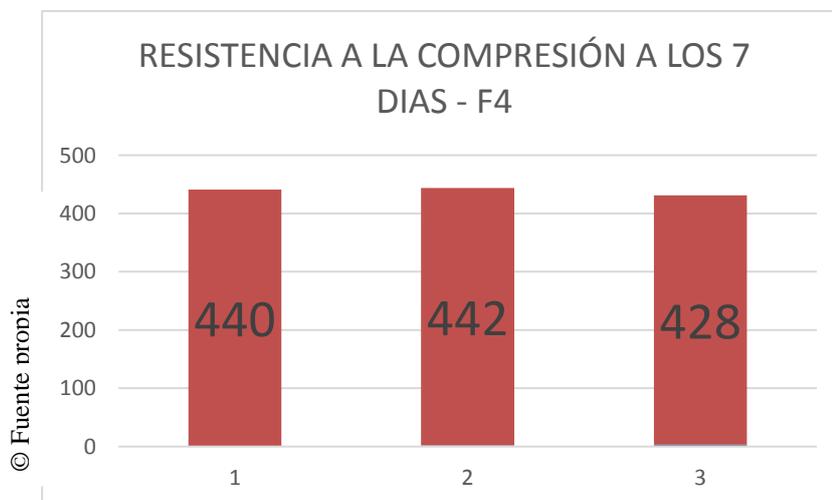


Figura 38. Cuadro estadístico resistencia a los 7 días

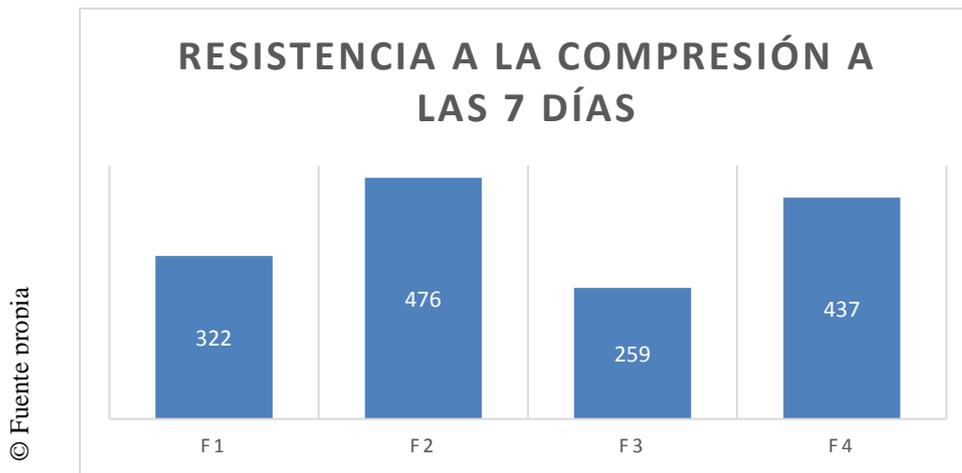


Figura 39. Cuadro estadístico comparativo a los 7 días

En la presente figura 39 podemos observar el comparativo en cuanto a resistencia a la compresión, donde se refleja que el diseño F3 no supera las expectativas puesto que llega a 259 kg/cm²; se debe saber que en este diseño se agregó la ceniza y que según lo evaluado no es muy optima el desempeño al combinarlo con el cemento.

Evaluado a la edad de 14 días:

Concreto Patrón

Tabla 30. Resistencia de la compresión a los 14 días- F1

MUESTRA	EDAD DE ENSAYO	DIÁMETRO PROMEDIO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM ²)
1	14	10.2	81.71	26421	323	333
2	14	10.04	79.09	26609	336	
3	14	10.12	80.44	27360	340	

Fuente: Informe de laboratorio LEM- UNI

En la Tabla 30 y la figura 40, se evaluó en un periodo de 14 días; como bien indica la norma se elaboraron 3 muestras; para considerar todo tipo de margen de error; obteniendo cargas de rotura muy similares; originando así una resistencia promedio de 333 kg/cm².; esta cifra en el margen de nuestras expectativas fue óptima puesto que está incrementando con respecto a la anterior.

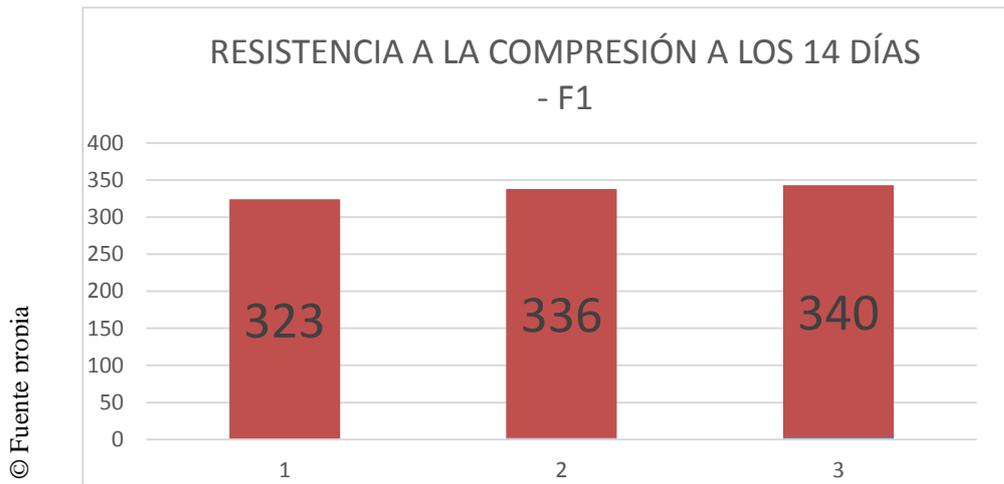


Figura 40. Cuadro estadístico resistencia a los 14 días

Concreto patrón adicionado aditivo:

Tabla 31. Resistencia de la compresión a los 14 días- F2

MUESTRA	EDAD DE ENSAYO	DIÁMETRO PROMEDIO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM ²)
1	14	10.15	80.91	40434	500	509
2	14	10.1	80.04	40661	508	
3	14	10.06	79.49	41228	519	

Fuente: Informe de laboratorio LEM- UNI

En la Tabla 31 y la figura 39, se evaluó en un periodo de 14 días en este caso se añadió el aditivo ZRR-PLAST; como bien indica la norma se elaboraron 3 muestras; para considerar todo tipo de margen de error; obteniendo cargas de rotura muy similares; originando así una resistencia promedio de 509kg/cm².; el gran desempeño que tiene el aditivo ocasiona que la resistencia sea mayor de manera progresiva.

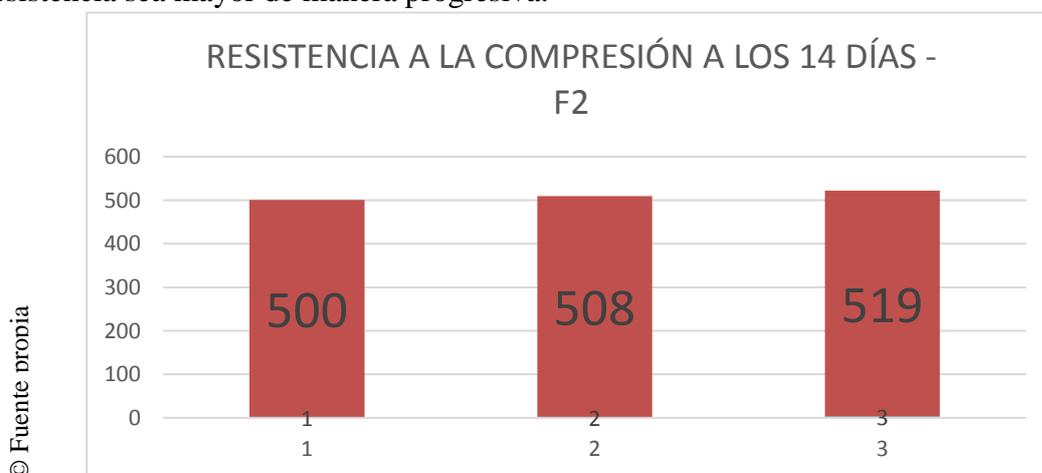


Figura 41. Cuadro estadístico resistencia a los 14 días

Concreto patrón adicionado ceniza:

Tabla 32. Resistencia de la compresión a los 14 días- F3

MUESTRA	EDAD DE ENSAYO	DIÁMETRO PROMEDIO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	RESISTENCIA PROMEDIO (KG/ CM2)
1	14	10.08	79.72	23362	293	290
2	14	10.11	80.28	23080	288	
3	14	10.05	79.25	23031	291	

Fuente: Informe de laboratorio LEM- UNI

En la Tabla 32 y la figura 42, se evaluó en un periodo de 14 días en este caso se añadió la ceniza volante; como bien indica la norma se elaboraron 3 muestras; para considerar todo tipo de margen de error; obteniendo cargas de rotura muy similares; como se puede ver se llegó a una sí una resistencia promedio de 259kg/cm².; de esta manera con respecto a la anterior medición de resistencia tuvo un incremento; eso quiere decir que está presentando una efectividad tardía al ser combinada con el cemento y agregados..

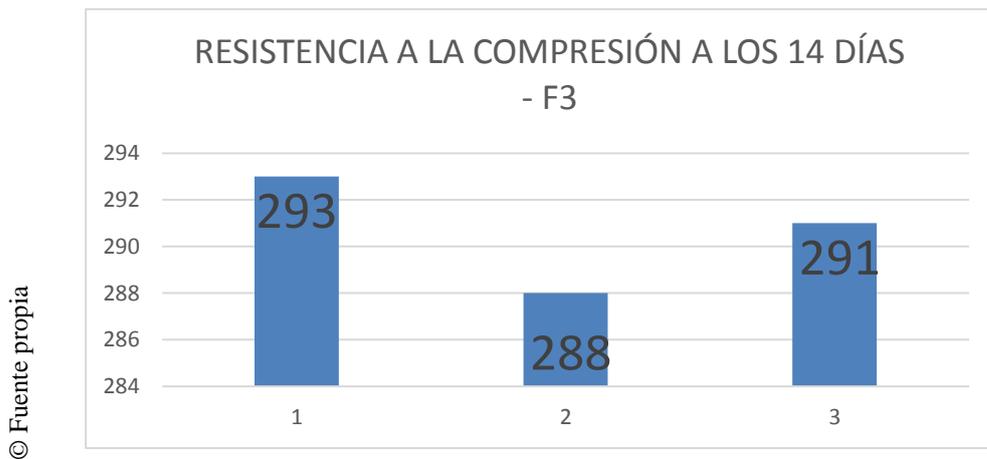


Figura 42. Cuadro estadístico resistencia a los 14 días

Concreto patrón adicionado ceniza y aditivo:

Tabla 33. Resistencia de la compresión a los 14 días- F4

MUESTRA	EDAD DE ENSAYO	DIÁMETRO PROMEDIO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	RESISTENCIA PROMEDIO (KG/ CM2)
1	14	10.2	81.63	38621	469	452
2	14	10.09	79.88	35325	442	
3	14	10.01	78.7	35059	445	

Fuente: Informe de laboratorio LEM- UNI

En la Tabla 33 y la figura 43, se evaluó en un periodo de 14 días en este caso se añadió la ceniza volante y ZRR-PLAST; como bien indica la norma se elaboraron 3 muestras; para considerar todo tipo de margen de error; obteniendo cargas de rotura muy similares; como se puede ver se llegó a una sí una resistencia promedio de 452 kg/cm².; incremento con respecto a la anterior medición de la resistencia.

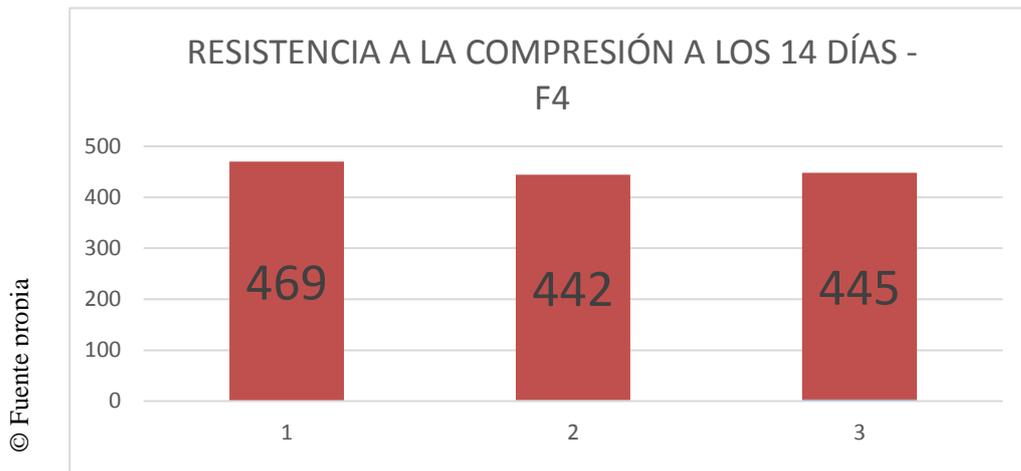


Figura 43. Cuadro estadístico resistencia a los 14 días

En la presente figura podemos observar el comparativo en cuanto a resistencia a la compresión, donde se refleja que el diseño F4 adquirió de manera veloz el incremento de resistencia; hay que tener en cuenta que todo agente externo influye para tener un concreto de alta resistencia.



Figura 44. Cuadro estadístico resistencia a los 14 días

Evaluado a la edad de 21 días:

Concreto Patrón

Tabla 34. Resistencia de la compresión a los 21 días- F1

MUESTRA	EDAD DE ENSAYO	DIAMETRO PROMEDIO	AREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM ²)
1	21	10.1	80.04	28081	351	358
2	21	10.03	79.01	28701	363	
3	21	10.02	78.85	28483	361	

Fuente: Informe de laboratorio LEM- UNI

En la Tabla 34 y la figura 45, se evaluó en un periodo de 21 días; como bien indica la norma se elaboraron 3 muestras; para considerar todo tipo de margen de error; obteniendo cargas de rotura muy similares; originando así una resistencia promedio de 358 kg/cm².; esta cifra en el margen de nuestras expectativas fue óptima puesto que está incrementando con respecto a la anterior.

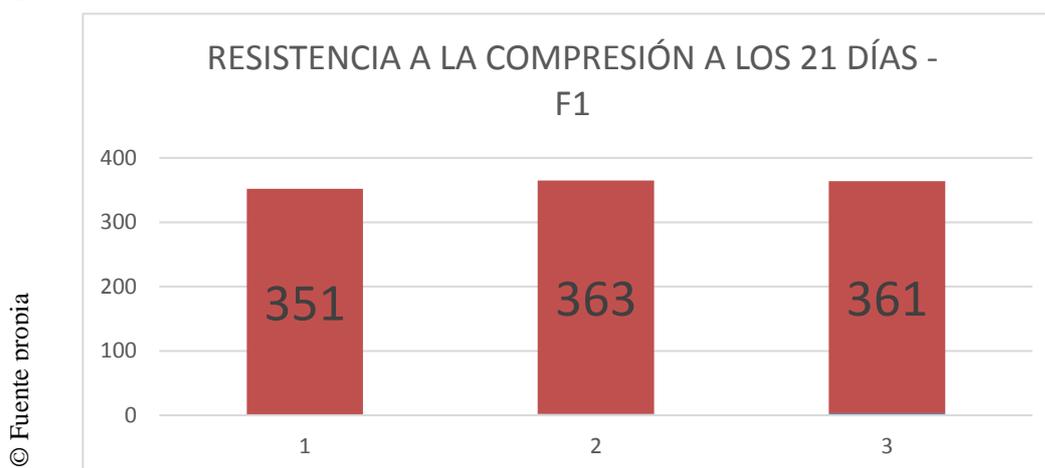


Figura 45. Cuadro estadístico de resistencia a los 21 días

Concreto patrón adicionado aditivo:

Tabla 35. Resistencia de la compresión a los 21 días- F2

MUESTRA	EDAD DE ENSAYO	DIÁMETRO PROMEDIO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM ²)
1	21	10.15	80.91	40916	506	522
2	21	10.09	79.96	42717	534	
3	21	10.1	80.04	42055	525	

Fuente: Informe de laboratorio LEM- UNI

En la Tabla 35 y la figura 46, se evaluó en un periodo de 21 días en este caso se añadió el aditivo ZRR-PLAST; como bien indica la norma se elaboraron 3 muestras; para considerar todo tipo de margen de error; obteniendo cargas de rotura muy similares; originando así una resistencia promedio de 522kg/cm².; el gran desempeño que tiene el aditivo ocasiona que la resistencia sea mayor de manera progresiva.

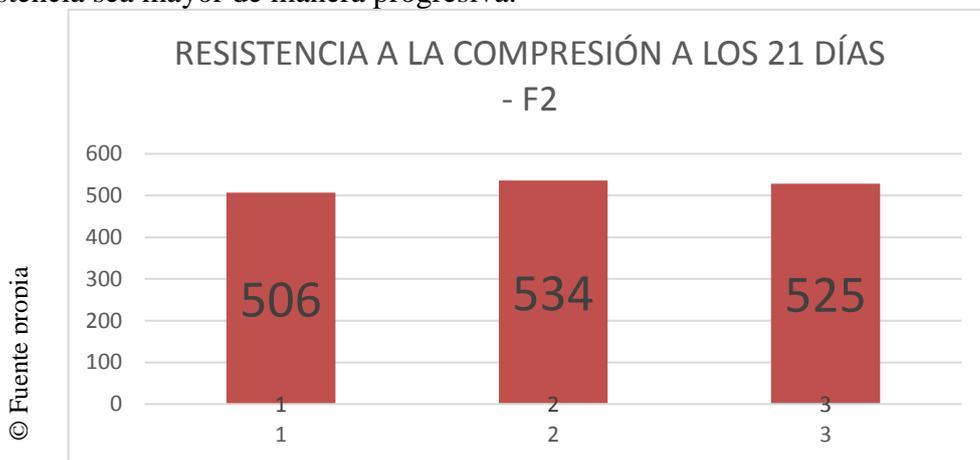


Figura 46. Cuadro estadístico resistencia a los 21 días

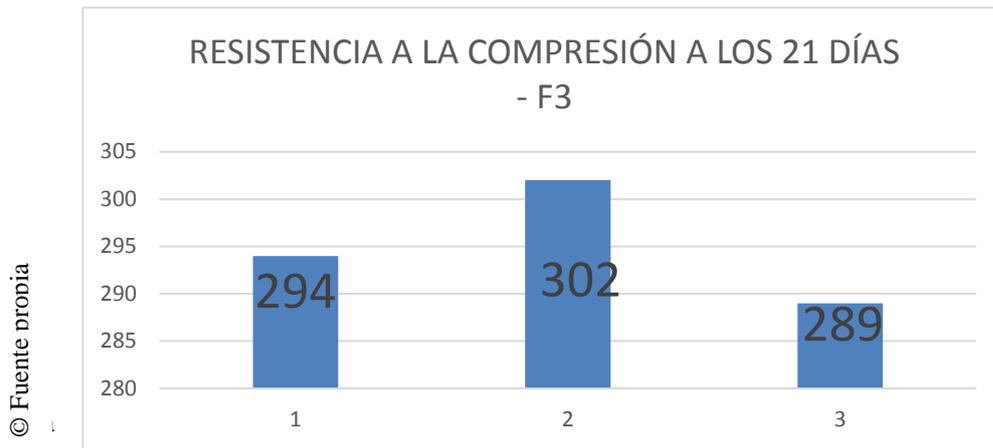
Concreto patrón adicionado ceniza:

Tabla 36. Resistencia de la compresión a los 21 días- F3

MUESTRA	EDAD DE ENSAYO	DIÁMETRO PROMEDIO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM ²)
1	21	10.11	80.28	23617	294	295
2	21	10.12	80.44	24266	302	
3	21	10.12	80.36	23222	289	

Fuente: Informe de laboratorio LEM- UNI

En la Tabla 36 y la figura 47, se evaluó en un periodo de 21 días en este caso se añadió la ceniza volante; como bien indica la norma se elaboraron 3 muestras; para considerar todo tipo de margen de error; obteniendo cargas de rotura muy similares; como se puede ver se llegó a una sí una resistencia promedio de 295kg/cm².; de esta manera con respecto a la anterior medición de resistencia tuvo un incremento; eso quiere decir que está presentando una efectividad tardía al ser combinada con el cemento y agregados.



47. Cuadro estadístico resistencia a los 21 días

Concreto patrón adicionado ceniza y aditivo:

Tabla 37. Resistencia de la compresión a los 21 días- F4

MUESTRA	EDAD DE ENSAYO	DIÁMETRO PROMEDIO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA	RESISTENCIA A LA COMPRESION	RESISTENCIA PROMEDIO (KG/ CM2)
1	21	10.01	78.7	34301	436	436
2	21	10.02	78.85	35431	449	
3	21	10.23	82.19	34773	423	

Fuente: Informe de laboratorio LEM- UNI

En la Tabla 37 y la figura 48, se evaluó en un periodo de 21 días en este caso se añadió la ceniza volante y ZRR-PLAST; como bien indica la norma se elaboraron 3 muestras; para considerar todo tipo de margen de error; obteniendo cargas de rotura muy similares; como se puede ver se llegó a una sí una resistencia promedio de 436 kg/cm².; en este caso se analizó el efecto que ocasiona la ceniza a un prolongado periodo de evaluación.

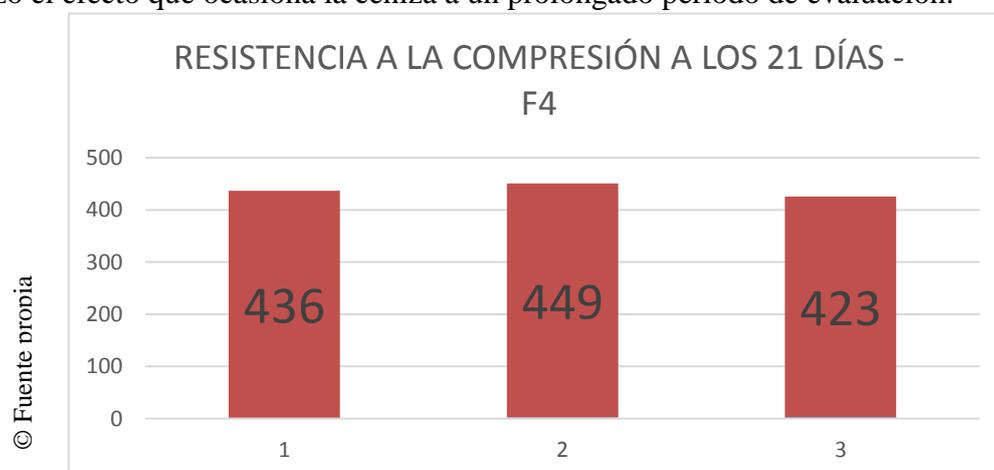


Figura 48. Cuadro estadístico resistencia a los 21 días

En este periodo de evaluación se evidencio como es diversa la adquisición de resistencia; mientras la ceniza demorar en llegar a la resistencia idónea; tenemos al aditivo que la supera de manera constante y se logra convertir en un concreto de alto desempeño, esto se puede ver en la figura 49.



Figura 49. Cuadro estadístico resistencia a los 21 días

Evaluado a los 28 días:

Tabla 38. Resistencia de la compresión a los 28 días de todos los diseños

MUESTRA	EDAD DE ENSAYO	DIÁMETRO PROMEDIO	ÁREA(cm ²)	CARGA DE ROTURA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
F1 – ROCA	28	10.01	78.7	30603	389
F1 – ROCA	28	10.02	78.78	32277	410
F1 – ROCA	28	10.02	78.85	31131	395
F2- ROCA	28	10.06	79.49	44671	562
F2- ROCA	28	10.07	79.56	45221	568
F2- ROCA	28	10.03	78.93	42537	539
F3- ROCA	28	10.03	78.93	25386	322
F3- ROCA	28	10.05	79.25	25068	316
F3- ROCA	28	10.03	79.01	25483	323
F4- ROCA	28	10.01	78.62	42893	546
F4- ROCA	28	10.04	79.17	42367	535
F4- ROCA	28	10.01	78.7	43401	551

Fuente: Informe de laboratorio LEM- UNI

En la Tabla 38 y la figura 50, se puede visualizar que al realizar los ensayos de resistencia de compresión todas superan los 280 g/cm² de resistencia; se observó que el diseño de

mezcla F2; tiene la mayor resistencia y eso ayudaría a futuros proyectos no solo en el nivel estructural, funciona sino también económico

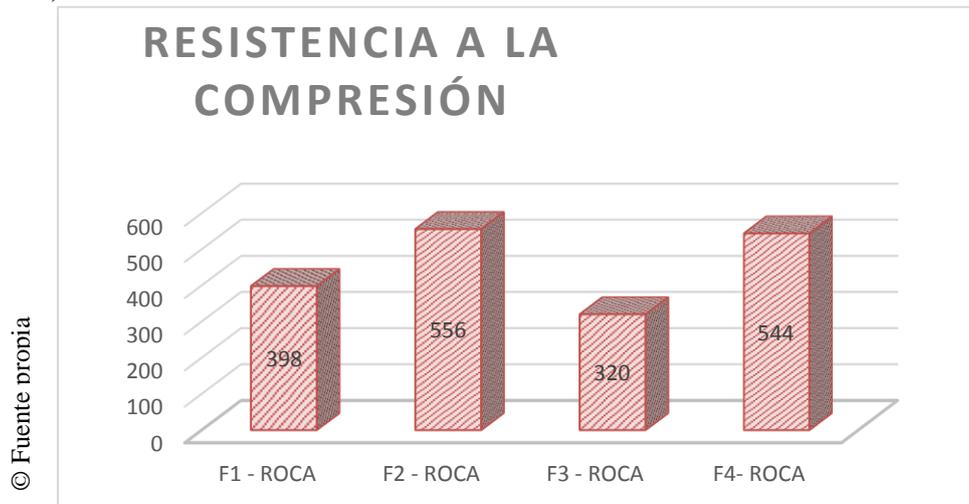


Figura 50. Cuadro estadístico comparativo de diseño de mezclas

Asentamiento:

Tabla 39. Comparativo de asentamiento

SLUM	
F1	3"-4"
F2	5"
F3	5"
F4	5"

Fuente: Informe de laboratorio LEM-UNI

En la Tabla 39, el resultado del ensayo de cono de **abrams** resulto un slum de 5", el cual indica que nos permitirá mejor trabajabilidad y fácil manejo ante el uso que se requiera.

Variación longitudinal:

Para este ensayo nos apoyamos en la ASTM C-490; donde se evalúa el factor elongación de cada vigueta evaluada; para ello veremos los resultados obtenidos en el día uno y 28 respectivamente en la figura 51 y figura 52.

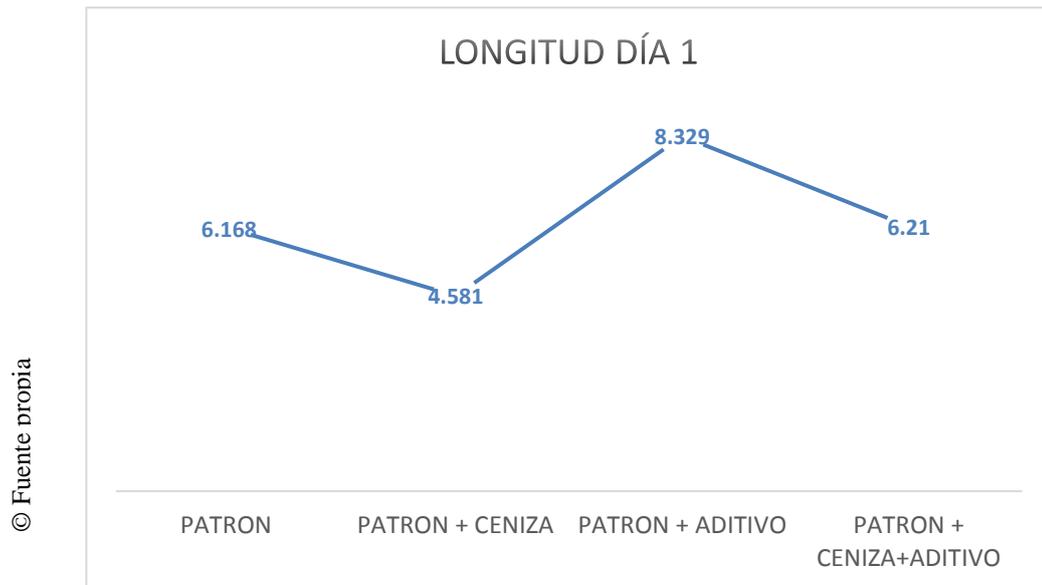


Figura 51. Longitud promedio de los 4 diseños al 1er día.

Como podemos observar en la figura 48, las viguetas de concreto patrón y la vigueta de concreto donde se añadió ceniza y aditivo comparten una longitud promedio de 6.32 mm; indicando así que quizás que poseen un comportamiento similar antes las condiciones ambientales a los que fueron expuestos.

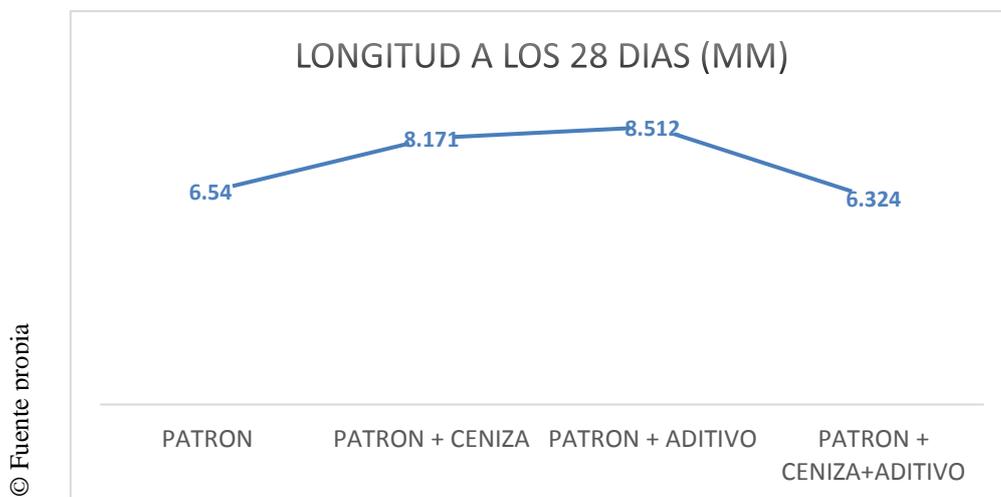


Figura 52. Longitud promedio de los 4 diseños a los 28 días.

Como podemos observar en la figura 52, cuando se le añade ceniza al concreto y se evaluó a temperatura ambiente; al ser condensado con factores ambientales sufrió una elongación aumentando su tamaño significativamente a comparación de las demás viguetas que fueran evaluadas a mismas condiciones físicas y ambientales.

Finalmente obtenido las medidas longitudinales se usaron para un posterior cálculo, según las tablas expuestas.

Tabla 40. Variación de longitud base

MUESTRA	EDAD DE ENSAYO	LADO 1 (mm)	LADO 2 (mm)	LADO 3 (mm)	LADO 4 (mm)	PROMEDIO
PATRÓN	1	6.54	6.55	6.55	6.54	6.168
PATRÓN + CENIZA	1	8.176	8.172	8.170	8.166	4.581
PATRÓN + ADITIVO	1	8.524	8.518	8.502	8.502	8.329
PATRÓN + CENIZA+ADITIVO	1	6.23	6.21	6.20	6.20	6.21

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. Comparativo de variaciones longitudinales de viguetas

MUESTRA	EDAD DE ENSAYO	LADO 1 (mm)	LADO 2 (mm)	LADO 3 (mm)	LADO 4 (mm)	PROMEDIO
PATRÓN	28	6.54	6.55	6.55	6.54	6.54
PATRÓN + CENIZA	28	8.176	8.172	8.170	8.166	8.171
PATRÓN + ADITIVO	28	8.524	8.518	8.502	8.502	8.512
PATRÓN + CENIZA+ADITIVO	28	6.328	6.326	6.322	6.322	6.324

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 40 y 41 se pueden observar las medidas longitudinales de las viguetas teniendo en cuenta sus 4 caras; con estos datos se procedió a determinar el coeficiente de variación; para ello se usó la siguiente fórmula:

$$L = \frac{(L_x - L_b)}{G} * 100$$

Dónde:

L = Cambio de la longitud a cualquier edad en %

Lx = lectura del comparador de la muestra a cualquier edad, menos lectura del comparador de la barra de referencia a cualquier edad (mm)

Lb = lectura del comparador de la longitud de base (O de edad de secado), (mm)

G = longitud del indicador según norma es 250 mm.

Siguiendo esta fórmula obtenemos el cambio de longitud y se ve reflejado en la tabla 30; así mismo se debe tener en cuenta que la variación longitudinal tiene como base cero.

Tabla 42. Variación longitudinal final

MUESTRA	ΔL
PATRÓN	0.148
PATRÓN + CENIZA	1.436
PATRÓN + ADITIVO	0.0732
PATRÓN + CENIZA+ADITIVO	0.0456

Fuente: Elaboración propia

Para una mejor visualización del ensayo que se realizó analizaremos la figura N° 53.

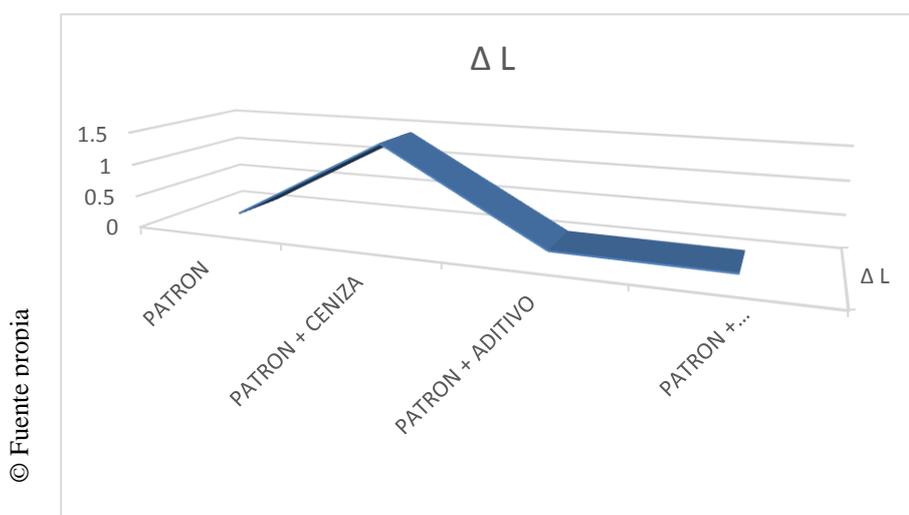


Figura N° 53. Resultado final de variación longitudinal

Como se puede visualizar en la figura N° 53; de los cuatro patrones que fueron propuestos quien presento una menor deformidad es cuando se añadió la ceniza y aditivo obteniendo un 0.0456; indicando así que este concreto tendría menor tendencia a la retracción siendo ello totalmente óptimo para nuestro ensayo.

Ensayo de anillos de concreto:

Para este ensayo nos respaldamos en AASHTO T334 y la NTP. 339.212; se debe tener en cuenta que los ensayos que ser realizo en LEM- UNI nos darán un resultado cualitativo con respecto al proceso de fisuras en los anillos de concreto.

Tabla 43. Evaluación para diseño F1

DISEÑO F1	
TIPO	PATRÓN
CURADO	NO PRESENTA
FECHA	04/09/2019
DÍAS	28
N° DE FISURAS	15

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44. Evaluación para diseño F2

DISEÑO F2	
TIPO	PATRÓN + ADITIVO
CURADO	NO PRESENTA
FECHA	5"
DÍAS	28
N° DE FISURAS	8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45. Evaluación para diseño F3

DISEÑO F3	
TIPO	PATRÓN + CENIZA
CURADO	NO PRESENTA
FECHA	02/10/2019
DÍAS	28
N° DE FISURAS	10

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46. Evaluación para diseño F4

DISEÑO F4	
TIPO	PATRÓN+ CENIZA+ADITIVO
CURADO	28
FECHA	04/09/2019
DÍAS	28
N° DE FISURAS	5

Fuente: Elaboración propia

Según las tablas expuestas se puede observar que en todos los casos se presentan fisuras; lo único se pudo evaluar es la cantidad de fisuras que aparecieron en el lapso de 28 días;

teniendo en cuenta que en el diseño de F4 se presentó menos fisuras, como se ve en la fig. 54

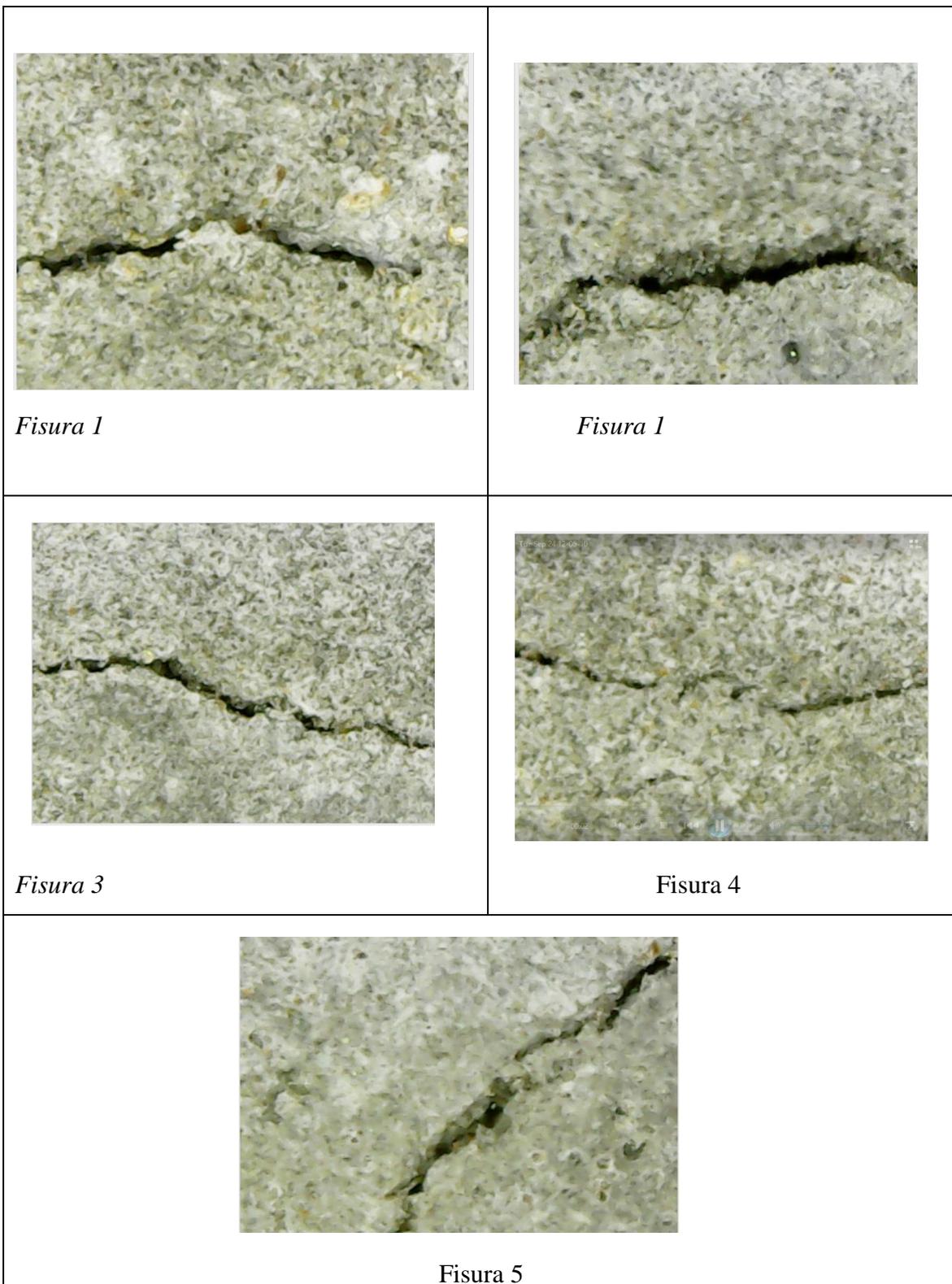


Figura 54. Fisuras halladas en el diseño F4

Vigas de flexión:

En el ensayo de resistencia a la flexión de vigas se viene empleando como una medida de control en el campo; se tuvo en cuenta la relación entre compresión y flexión para poder clasificar la calidad del pavimento rígido. Por ende se evaluó en un periodo único de 28 días, analizando así el comportamiento al agregar cada material obteniendo el siguiente resultado

Tabla 47. Comparativo de resistencia a la flexión de los 4 diseños.

MUESTRA	EDAD DE ENSAYO	DISTANCIA ENTRE APOYOS	DIMENSIONES (CM)			ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
			LARGO	ANCHO	ALTURA			
PATRÓN	28	45	50.1	15.3	15.2	766.5	2750	52.5
PATRÓN+ ADITIVO	28	45	50.2	15.3	15	768.1	2120	41.6
PATRÓN+ CENIZA	28	45	50	15	15	750	2700	53.9
PATRÓN+CENIZA+ ADITIVO	28	45	50	15	15	750	2780	55.6

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 47 y figura 55 se puede observar la resistencia a la flexión adquirida al añadir los aditivos al concreto; como se contempla al añadir el aditivo ZRR-PLAST se redujo su resistencia a flexión a diferencia de los ensayos a compresión, donde al añadir el aditivo tuvo el resultado más óptimo; la explicación se puede dar debido a los factores ambientales



Figura 55. Curva de resistencia a flexión.

Tabla 48. Relación entre resistencia a la compresión y flexión.

MUESTRA	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN(kg/cm2)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm2)	fr/fc (%)
PATRÓN	52.5	398	13.19
PATRÓN+ ADITIVO	41.6	556	7.48
PATRÓN+ CENIZA	53.9	320	16.84
PATRÓN+CENIZA+ADITIVO	55.6	544	10.22

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 48 y 56 dados los resultados expresados; y teniendo como premisa que la relación entre ambas resistencias suele variar entre el 10% al 15%; se puede observar que en casi todos los caso se encuentran dentro del margen eso también indica que el desempeño del concreto sigue presente. En el caso de diseño patrón y la adición del aditivo no se encuentra dentro del margen eso nos refiere a que quizás no hubo la cohesión esperada entre las propiedades del concreto y del aditivo ZRR-PLAST.

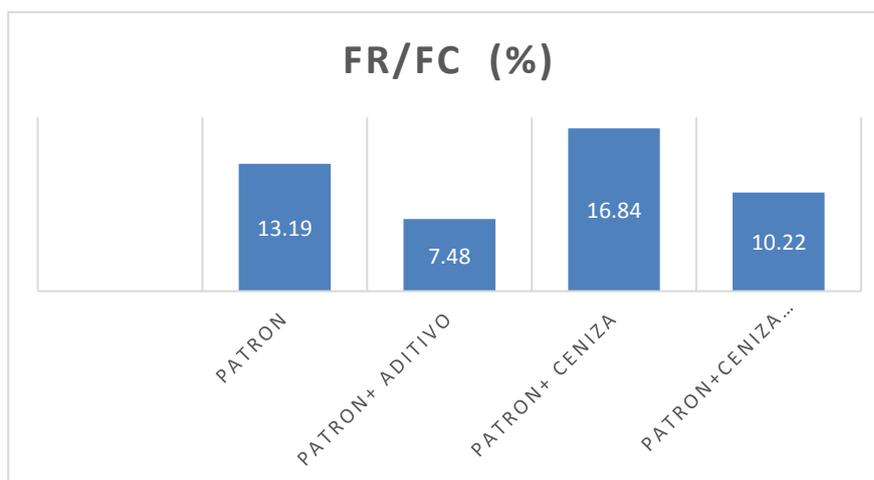


Figura 56. Porcentajes de relación entre FR/FC.

IV.DISCUSIÓN

Discusión No 01:

Yapuchura (2019), en su tesis titulada “Influencia de la ceniza volante en el incremento de la resistencia a la compresión y flexión para losas de concreto de $f'c=210$ kg/cm² utilizando agregado de la cantera Arunta – Tacna.”, donde el objetivo general es hallar la influencia de la ceniza volante como reemplazo porcentual del cemento en el incremento de la resistencia a la compresión y flexión para losas de concreto de $f'c =210$ kg/cm².bajo esta consigna el autor obtuvo los resultados de laboratorio donde se elaboró el diseño de mezcla con el método del Comité ACI 211.1-91,para el concreto, donde resulto que al reemplazar con el de 0% de cemento con la ceniza volante, 2.5% de reemplazo, de 5% de reemplazo, de 10% de reemplazo y de 15% de reemplazo para la elaboración de probetas y vigas de concreto para los correspondientes ensayos de compresión y flexión.

Para el caso del ensayo de compresión con el empleo del 5% de ceniza volante nos resulta un f_c' de 261.83 Kg/cm²; cuando los porcentajes son de 0% y 15% no satisfacen el diseño patrón requerido; por otro lado en el ensayo de flexión a la edad de 28 días, no se hallaron diferencias significativas al reemplazar el cemento por ceniza; salvo en el reemplazar el 5% se obtiene la resistencia a flexión adecuada llegando a 36.81 kg/cm².

La tesis de Yapuchuro, nos sirvió para poder emprender el presente proyecto de investigación evaluando todos los parámetros por ende se eligió cemento Tipo I y optamos por reemplazar el 12.5 % de ceniza volante; obteniendo una resistencia a la compresión de 544 kg/cm² siendo superior a 280 kg/cm²; por otro lado cuando se evalúa la resistencia a flexión de 55.6 kg/cm² esto siendo un indicar óptimo; inclusive cuando se halla el factor de relación entre flexión y compresión resulto 10.22%, encontrándose en el rango de 10 a 15%.

Por último la incorporación de ceniza volante en el diseño de mezclas en se pudo mejorar las resistencias a compresión y flexión del concreto en diferentes magnitudes, unas mejor que otras, así se pudo determinar que la ceniza sería un ideal reemplazo para el cemento, mejorando los costos de obra y ayudar a mitigar el impacto generado por la ceniza volante y sus componentes.

Discusión No 02:

Vera (2018) en su tesis titulada “En esta investigación se ha determinado la influencia en la resistencia a compresión del concreto $f_c = 210 \text{ g/1cm}^2$ usando agregados de la cantera de “ubn” con la sustitución de cemento en 15% por ceniza de tuna o nopal”, cuyo objetivo es demostrar que el añadir ceniza es favorable para la resistencia a la contracción ; para ello desarrollo en su investigación el elaborar 9 muestras de probetas de concreto patrón y otras 9 reemplazando el 15% del cemento por la ceniza sustituyendo el 15% de ceniza de tuna; evaluando en las edades de 7, 21 y 28. En la siguiente tabla 49 podemos observar el resultado de las resistencias adquiridas.

Tabla 49. *Resistencias requeridas*

Días de curado	Resistencia de concreto con sustitución de cemento ceniza de tuna o nopal	
	Patrón	15%
7	205,99	122,38
14	227,49	141,97
28	257,97	145,93

Fuente: vera (2018, p. 103)

Como se puede observar vera en su tesis no lograr cumplir con su hipótesis planteada en la sustitución de la ceniza, llegando a la conclusión de que no se puede reemplazar el 15% de cemento por ceniza dado que la resistencia es desfavorable a lo establecido.

Por otro lado en nuestra investigación usando como referencia vera; empleamos solo el 12.5% como reemplazante del cemento para obtener una resistencia de 280 kg/cm²; se elaboró 48 probetas en las edades de 7, 14, 21,28 días; estas probetas fueron distribuidas según los 4 diseños dados:

F1: diseño patrón

F2: diseño patrón más aditivo

F3: diseño patrón más ceniza

F4: diseño patrón más aditivo y ceniza

Obteniendo como resistencia en el F3 y F4 los valores de 320 y 544 KG/CM² respectivamente; superando las expectativas del diseño patrón; considerando quizás la

variación en el elemento ceniza; el autor Vera empleo la ceniza de tuna; mientras que en esta investigación se empleó ceniza volante y también se debe considerar los agentes externos como medio ambiente, temperatura, entre otros.

Discusión No 03:

González (2017) en su tesis titulada "Análisis de la efectividad en la retracción de concretos al adicionar ceniza volante y un aditivo compensador", se infiere que mediante el ensayo de retracción restringida – donde se controla los anillos por un periodo de tiempo largo (después de los 11 días). Para los diseños de mezcla 1 y 4, la retracción presentada estuvo en un orden de magnitud de -20×10^{-3} mm; mientras que, en el diseño de mezcla 3, estuvo en -40×10^{-3} mm. Sin embargo, el diseño de mezcla que toleró mayor magnitud de retracción fue el 2, el cual fue de -120×10^{-3} mm., Los resultados comprueban que las adiciones de ceniza volante y aditivo Eucocomp100 permiten tolerar mayor agrietamiento, durante periodos de tiempo mayores.

Por otro lado, en la presente investigación se realiza el ensayo de retracción restringida usando valores cualitativos; donde resulta que los anillos de la mezcla f1 y f3 presentan 10 fisuras; así mismo la diseño de mezcla f2 obtuvo 8 fisuras y por último el diseño f4 presenta solo 5 fisuras; todas fueron evaluadas a los 28 días a mismas condiciones ambientales. Estos resultados comprueban que al igual que la propuesta de González la adición del aditivo y la ceniza volante ayuda al comportamiento de agrietamiento del concreto.

Discusión No 04:

Según Peña y Contreras (2017) en su tesis titulada "Análisis de la resistencia a la compresión y permeabilidad en el concreto adicionando dosificaciones de cenizas volantes de carbón en la mezcla", se concluye que: Se logró el aumento de la resistencia a la compresión, así mismo se disminuyó la permeabilidad en el concreto patrón añadiendo dosificaciones del 1.5%, 3%, 4.5% y 6% de ceniza volante de carbón ; por otro lado, a menor penetración de agua en el concreto, mayor contribución de concretos de baja permeabilidad.

Por otro en la presente investigación; contando con el apoyo de técnicos del laboratorio LEM- UNI se decidió usar para el diseño de mezcla la dosificación de 1.5%; puesto que la normativa y en las especificaciones técnicas del aditivo es la cantidad máxima para añadir

al concreto; evitando que este pierda su funcionalidad; claramente se logró aumentar una resistencia de compresión en las edades de 7, 14,21 y 28 días.

V. CONCLUSIÓN

Conclusión N°1

Mediante los ensayos realizados de resistencia a la flexión, asentamiento, resistencia a la compresión, retracción libre y restringida donde se sustituyó la ceniza en un 12.5% del peso del cemento y al añadir el aditivo ZRR-PLAST en el 1.5% del peso del cemento, se obtuvo los resultados esperados un concreto de alto desempeño que presenta menos patologías de fisuramiento a comparación del concreto normal; llegando así a la conclusión de que el efecto que produce la combinación de cemento, ceniza y aditivo es realmente favorable para los diversos usos en la construcción.

Conclusión N°2

En el ensayo de resistencia a compresión donde comparamos los 4 diseños de mezcla propuestos, se analiza las 48 probetas, teniendo en cuenta que se elaboraron 12 probetas respectivamente para cada diseño, se evaluó en las edades de 7, 14, 21 y 28 días; en la tabla 51, podemos observar que nuestra hipótesis inicial de añadir aditivos al concreto nos ayuda a ganar resistencia, llegando a 544kg/cm² superando las expectativas del diseño inicial; las cuales permiten concluir que el adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST al concreto si permite aumentar la resistencia a la compresión del pavimento - San Martín de Porres, 2019.

Tabla 50. *Comparativo de la resistencia a la compresión*

MUESTRA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
F1 – ROCA	398
F2 – ROCA	556
F3 – ROCA	320
F4- ROCA	544

Fuente: Elaboración propia

Conclusión N°3

Al realizar el ensayo de variación longitudinal empleando 4 viguetas para los 4 diseños de concreto respectivamente a la edad de 28 día; y el ensayo de retracción restringida donde se elaboró 4 anillos de concreto para cada mezcla propuesta evaluado a los 28 días también; se concluye que el efecto que produce el adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST al concreto, se obtiene una disminución en la. En la tabla 49 y 50 podemos observar que el diseño patrón

añadido ceniza y aditivo es el más óptimo ante la propiedad de retracción ya que ante los dos ensayos de retracción libre y restringida obtuvieron un resultado idóneo al planteado en el inicio del proyecto.

Tabla 51. *Comparativo de variación longitudinal*

MUESTRA	ΔL
PATRÓN	0.148
PATRÓN + CENIZA	1.436
PATRÓN + ADITIVO	0.0732
PATRÓN + CENIZA+ADITIVO	0.0456

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52. *Cantidad de fisuras*

MUESTRA	N° FISURAS
PATRÓN	15
PATRÓN + CENIZA	10
PATRÓN + ADITIVO	8
PATRÓN + CENIZA+ADITIVO	5

Fuente: Elaboración propia

Conclusión N°4

El análisis del ensayo de resistencia a la flexión es requerido cuando se quiere evaluar un diseño de pavimentos, dado que aquí se obtendrá el módulo de rotura siendo este el indicador para la aceptación de un pavimento; de esta manera se juzga la calidad del concreto entregable. Como se puede observar en la tabla 52 en el caso del diseño f4 donde corresponde concreto añadido ceniza y aditivo tuvo la mayor resistencia a flexión siendo un buen indicador para el desempeño del pavimento. Estos resultados nos indican que el adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST al concreto, si proporciona una óptima resistencia a la flexión del pavimento - San Martín de Porres, 2019.

Tabla 53. Resistencia a la flexión

MUESTRA	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN(kg/cm ²)
PATRÓN	52.5
PATRÓN + ADITIVO	41.6
PATRÓN + CENIZA	53.9
PATRÓN +CENIZA+ADITIVO	55.6

VI. RECOMENDACIONES

Recomendación N°1

Se recomienda a las futuras investigaciones emplear concretos donde se añada ceniza y aditivos en diversas dosificaciones manteniendo la relación a/c de $0.50 \leq a/c \leq 0.70$, los cuales brindarían una mejor trabajabilidad, menor contracción, escasas de fisuras y una óptima resistencia a la compresión requerida; también se debe tomar en cuenta el analizar antecedentes previos para evaluar los factores externos como clima, temperatura, granulometría que de una u otra manera influyen en los resultados requeridos.

Recomendación N°2

Se recomienda a los futuros investigadores elaborar más probetas de concreto considerando las propiedades físicas de la ceniza volante en un tiempo mayor a 28 días, como la granulometría, pesos específicos y humedad, optimizando así las resistencias finales; cabe indicar que en nuestra investigación se tomó el análisis proporcionada por la central termoeléctrica de Ilo 21.

Recomendación N°3

Se recomienda a futuras investigaciones realizar el ensayo de retracción libre y restringida a edades mayores de 28 días, puesto que la ceniza volante en algunos casos tiene un efecto tardío en adquirir propiedades que enriquecen a la mezcla, por ende si es evaluado a largo plazo se obtendría mejores resultados en cuanto a la patología de fisuramiento; así mismo recomiendo que los futuros investigadores exijan a su casa de estudios la difusión de los ensayos de retracción; dado que estos son muy inusuales en el mercado.

Recomendación N°4

Se recomienda experimentar la evaluación en edades mayores a 28 días para analizar el proceso de la capacidad de soporte de vigas sometidas a la cargas; como es el caso del ensayo de resistencia a flexión; así mismos sería bueno implementar porcentajes de ceniza mayores al 12.5% que se utilizó en esta investigación.

REFERENCIAS

ACI Committee 562. Tecnología del Concreto [EE. UU] [s.n.], 2017 - N° 4. [Fecha de consulta: 10 de octubre del 2018]

Disponible en: https://www.concrete.org/store/productdetail.aspx?ItemID=562M16&Format=PROTECTED_PDF&Language=English&Units=US_Units

ISBN: 9781945487439

ACI Committee 201, "Guide to durable concrete". Report ACI 201R, American Concrete Institute, Detroit: EUA, 1982.44pp.

American Concrete Institute Always Advancing.ACI.2014.Disponible en: https://www.google.com.pe/search?q=Sika+Informaciones+T%C3%A9cnicas+Aditivos+para+concreto+una+visión+actual&rlz=1C1CHMO_enPE558PE558&oq=Sika+Informaciones+T%C3%A9cnicas+Aditivos+para+concreto+una+visión+actual&aqs=chrome..69i57j69i59j69i60l2.608j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8

ANDER-EGG, Ezequiel, Introducción a las técnicas de investigación social para trabajadores sociales [en línea]. Buenos Aires: Lumen,1969. 335pp. [fecha de consulta:03 de octubre del 2018].

Disponible en: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=UCC.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mf=031158>

ASTM International Helping Our World Work Better. ASTM. Octubre 2018.Disponible en: <https://www.astm.org/BOOKSTORE/BOS/0402.htm>

CARLSON, R. W. Drying Shrinkage of Concrete as Affected by Many Factors [en línea]. USA: ASTM,1938. pp. 419 - 437 [fecha de consulta:03 de octubre del 2018].

Disponible en: <https://trid.trb.org/view/95702>

ISBN: 00212658

CHATCHAWAN, Ratchon (2017) Use of fly ash to enhance performance of expansive concrete. Tesis (Master of science).EE.UU: Sirindhorn International Institute Of Technology Thammasat University, 2017.88 PP.

COILA; Alexis y LOAYZA, Jhonatan. Influencia de la relación agua cemento y el agregado fino en la retracción y/o contracción para concretos en Arequipa. Tesis

(profesional de ingeniería civil). Arequipa: Universidad Nacional De San Agustín, facultad de ingeniería, 2015,329 pp.

Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3300/ICcotina02.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CONSTRUCCION y tecnología. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. Junio del 2010.

Disponible en: <http://www.imcyc.com/revista/2000/junio2000/aditivos2.htm>

CUESTA, Marcelino; HERRERO, Francisco. Introducción al muestreo. [En línea]. Vol. 7. España: Universidad de Oviedo. 2010. [Fecha de consulta: 10 de octubre del 2018].

Disponible en: http://www.psico.uniovi.es/Dpto_Psicologia/metodos/tutor

CUEVA, Miguel y QUISPE, Cirilo. Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el AAHH Villa María-Nuevo Chimbote. 2017. Tesis (Título de ingeniero civil) Chimbote: Universidad Nacional Del Santa, facultad de ingeniería, 2017. 65pp.

Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2724>

EVERITT, B. The Cambridge Dictionary of Statistics. Cambridge University Press. U.K., 1998. 360 pp.

GAITÁN, J.A. y PIÑUEL, J.L. Técnicas de investigación en Comunicación Social [En línea] Madrid: Síntesis, 1998. [Fecha de consulta: 03 de octubre del 2018]

Disponible en: <https://www.casadellibro.com/libro-tecnicas-de-investigacion-en-comunicacion-social/9788477386049/621976>

ISBN: 9788477386049

GARÍN, Lucia, SANTILLI, Adrián y PEJOJA, Eduardo. Influencia del curado en la resistencia a compresión del hormigón: estudio experimental Influence. [En línea]. 2012. N°. 10. [Fecha de consulta: 11 de Septiembre de 2019]. Disponible en http://www.um.edu.uy/docs/9_influencia_del_curado_resistencia_compresion_del_hormigon.pdf.

ISSN (en línea) 1688-9584

GIANI, R.; NAVARRETE, B.; BUSTOS, J. La Retracción Autógena y su Relación con la Tendencia a la Fisuración a Temprana Edad en Pavimentos de Hormigón. Revista de la Construcción. [En línea]. 2008. N°. 2, [Fecha de consulta: 11 de Septiembre de 2019].

Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/1276/127612584006.pdf>.

ISSN: 0717-7925

GILBERT, S. N. Shrinkage cracking and crack control in restrained reinforced concrete members. [EE. UU]. ACI Structural journal, 2004. [220] pp.

GONZÁLEZ, Geovanny, *et al.* Análisis de la efectividad en la retracción de concretos al adicionar ceniza volante y un aditivo compensador. Tesis (Doctoral). Colombia: Universidad Nacional de Colombia, facultad de ingeniería, 2017.23pp.

Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/59542/1/tesis%20ggm%20aprobada.pdf>

HERMIDA, German. Sika Informaciones Técnicas Aditivos para concreto una visión actual [En línea]. Marzo 2013. [fecha de consulta: 03 de octubre del 2018].

Disponible en <https://col.sika.com/.../BROCHURE%20ADITIVOS%20PARA%20CONCRETO.pdf>

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y PILAR L. Metodología de la investigación. 5ta ed. México: Mc Graw Hill, 2006. [325] pp.

ISBN: 978-607-15-0291-9

KERLINGER, Fred. Investigación del comportamiento. Métodos de investigación en ciencias sociales. México: McGraw-Hill, 2002. [170] pp.

KOSMATKA, S. K. Diseño Y Control De Mezclas De Hormigón, (P. CementAssociation). EE.UU.; Illinois, 2004. 118pp.

Disponible en : <https://www.scribd.com/doc/189238711/Libro-Diseno-y-control-de-mezclas-de-concreto-PCA-1>

LOZANO, Jefferson, et al. Análisis de la resistencia a la compresión y flexión en morteros activados alcalinamente con ceniza volante sin la utilización de cemento portland. 2018.

LORMAN, W. The Theory of Concrete Creep. USA: ASTM, 1940. 1082 – 1102 PP.

LUGO, Guadalupe. Concretos para carreteras. [en línea]. Obras Edición 365, mayo de 2003. [fecha de consulta: 03 de octubre del 2018].

Disponible en: <http://dictyg.fi-c.unam.mx/~disyp/lecturas/concreto.pdf>

MADRID, Catalina (2014) Caracterización de adiciones de cao para desarrollar hormigones de retracción compensada. Tesis (Master de Ingeniería estructural y de la construcción).Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, 2014.76 pp.

MCMILLAN, J.; Shumacher, S. *Introducción al diseño de investigación cualitativa*. Lima: Investigación Educativa, (5):399-436,2005.

Disponible en: <https://revistas.uam.es/tarbiya/article/viewFile/7222/7583>

MÉNDEZ, Álvarez C. E. Metodología guía para elaborar diseños de investigación en ciencias económicas, contables y administrativas. [en línea]. 2da.ed. Colombia: McGraw Hill.1999. [fecha de consulta: 03 de octubre del 2018].

MORALES, Javier. Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobre capas de refuerzo. Tesis (Título de Bachiller en Ciencias de la Ingeniería). Perú: Universidad De Piura.2005, 167 pp.

Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1343/ICL_129.pdf

VERA; Yanina. Resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de cemento en 15% por ceniza de tuna o nopal. 2018. Cajamarca - Perú

MUNIZAGA, Gloria. Fisuración Por Retracción En Hormigones: Influencia Del Tipo De Cemento. Tesis (Título de ingeniero civil). Chile: Facultad de ingeniería.2009, 130 pp.

Disponible en:

http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2009/munizaga_g/sources/munizaga_g.pdf

NAMAKFOROOSH, Naghi. Metodología de la investigación. México: Editorial. Limusa S.A, 2000.525 pp.

ISBN: 9789681855178

NEVILLE, Adam. Tecnología del concreto. 2º.ed. México. Bookman, 2013. [Fecha de consulta: 10 de octubre del 2018].

Recuperado de: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=UACHBC.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=036967>

ISBN-10: 8582600712

Norma Técnica Peruana (Perú) 339.078. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. Lima: 2012.12 pp.

OCAMPO, Lizeth; y MACÍAS, Fabio. Estudio a nivel Colombia de la influencia del aditivo better mix en estado fresco, semi endurecido y endurecido del concreto estructural. 2015.

OROZCO, M.; AVILA, y.; RESTREPO, S. y PARODY, A. *Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón*. Revista ingeniería de construcción. [en línea]. 2018, vol.33, n.2. [Fecha de consulta: 10 de octubre del 2018].

<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732018000200161>.

ISSN 0718-5073.

PEÑA, José y CONTRERAS, Karol. Análisis de la resistencia a la compresión y permeabilidad en el concreto adicionando dosificaciones de cenizas volantes de carbón en la mezcla. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte. Facultad de ingeniería, 2017. 194 pp.

Disponible en:

Contreras%20Cueva%20Karol%20Nataly%20%20Peña%20Villalobos%20Jose%20Steven.pdf

PINEDA, Beatriz; DE ALVARADO, Eva y DE CANALES, Francisca. Metodología de la investigación, manual para el desarrollo de personal de salud, 2° ed. Washington.: Organización Panamericana de la Salud, 1994. 232 pp.

ISBN: 9275321353

YAPUCHURA; Jordy. Influencia de la Ceniza Volante en el Incremento de la Resistencia a la Compresión y Flexión para Losas de Concreto de $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ Utilizando Agregado de la Cantera Arunta-Tacna. 2019.

PORRERO, Joaquín, *et al.* Manual del concreto estructural. 3°ed. Caracas. Impresos Minipres S.A., 2009. 255pp.

ISBN: 9806403665

PORTUGAL, B. P. Tecnología del concreto de alto desempeño. [En línea] [s.l.] [s.n.] junio 2007, [Fecha de consulta: 05 de octubre del 2018]

Disponible en <http://es.scribd.com/doc/42540958/Tecnologia-Del-Concreto-de-Alto-Desempeño>, 2007.

RAMÍREZ, Tulio. Como hacer un proyecto de investigación. Caracas: Panapo, 199. 130 pp.

ISBN: 9807339032

Revista ARQHYS Arquitectura. *Abrasión del hormigón*. [En línea]. agosto 2012, N°12 [Fecha de consulta: 10 de octubre del 2018]. Disponible en: <https://www.arqhys.com/construccion/abrasion-hormigon.html>

Revista de Investigación Educativa .Lima, 11(20). Julio-Diciembre 2007.

ISSN 17285852

RIVVA, Enrique: Naturaleza y Materiales del Concreto [En línea].Lima: ACI Capítulo Peruano del American Concrete Institute, Diciembre 2000. [Fecha de consulta: 05 de octubre del 2018]

Disponible en: <https://es.scribd.com/document/136275726/naturaleza-materiales-de-concr-doc>

RODRÍGUEZ, Pamela. Estudio del concreto con aditivo reductor de contracción, utilizando cemento Portland tipo I. Tesis (profesional de ingeniería civil). Lima: Universidad Nacional De Ingeniería, Facultad De Ingeniería, 2010. 21pp.

RUSSELL, H.G.ACI Defines High-Performance Concrete.2° ed. Concrete International, 1999. 56-57 pp.

SABINO, Carlos. El proceso de investigación. Argentina: Ed. Lumen, 1992.134 pp.

ISBN: 9507245758

SANCHEZ, Diego. Tecnología del concreto y del mortero. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, 2001.349 pp.

ISBN: 9589247040

TESILLO, Alberto. Estudio de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido con cemento pórtland tipo I y utilizando un aditivo plastificante. Tesis (profesional de ingeniería civil). Lima: Universidad Nacional De Ingeniería, Facultad De Ingeniería, 2004.255pp.

Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_8d2573d4ea604e84367d107916e97150

TROXELL, Raphael y DAVIS, R. Long-Time Creep and Shrinkage Test of Plain and Reinforced Concrete. Proceedings. USA: ASTM, 1958. 1101 - 1120 pp.

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación. Lima: San Marcos, 2013.495pp.

ISBN: 9786123028787

VASQUEZ, Eric. Concreto De Alto Desempeño Con Elevado Consumo De Ceniza Volante. Tesis (Maestro en ingeniería). México. Universidad Nacional Autónoma De México, 2007. 150 pp.

Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/1705/1/vasquezpaniagua.pdf>

VERGARA, Brayan. Influencia de los aditivos plastificantes tipo a sobre la compresión, peso unitario y asentamiento en el concreto estructural. 2018.

ZORRILLA, Arena y Torres Xammar. Guía para elaborar la tesis. 2^{da}. Ed. México: McGraw Hill, 2001.107 pp.

ISBN 970-10-0139-7

ANEXOS

ANEXO 01
MATRIZ DE CONSISTENCIA

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES						
FORMULACIÓN DE PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<u>GENERAL</u> ¿Qué efecto se produce al adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST al concreto del pavimento - San Martín de Porres, 2019?	<u>GENERAL</u> Evaluar que efecto produce al adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST al concreto del pavimento - San Martín de Porres, 2019.	<u>GENERAL</u> El efecto que produce el adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST al concreto, influenciara en la efectividad de retracción beneficiando así en el desempeño del pavimento - San Martín de Porres, 2019.	Ceniza Volante	Dosisificación	14% del peso del cemento	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de investigación: Experimental • Tipo de investigación: Aplicada • Nivel de investigación: Descriptivo- explicativo- correlacional • Enfoque de investigación: cuantitativo • Unidad de análisis: El concreto • Población: Probetas cilíndricas, anillos y vigas de concreto elaboradas en el laboratorio UNI-LEM • Muestra: 48 probetas cilíndricas, 4 anillos, 4 viguetas y 4 vigas de concreto elaboradas en el laboratorio UNI-LEM. • Muestreo: No probabilístico • Validez: Firma de especialistas • Confiabilidad: La calibración de equipos y materiales
			ZRR-PLAST		1.5% del peso del cemento	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	
¿En qué medida al adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST al concreto permitirá aumentar la resistencia a la comprensión del pavimento - San Martín de Porres, 2019?	Comparar el concreto natural con el concreto al que se le adicionará ceniza volante y ZRR-PLAST para aumentar la resistencia a la comprensión del pavimento - San Martín de Porres, 2019.	El adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST al concreto nos permite aumentar la resistencia a la comprensión del pavimento - San Martín de Porres, 2019.	Concreto	Resistencia a la comprensión	Resistencia mayor a 280 kg/cm ²	
¿Qué pasa si al concreto se adiciona ceniza volante y ZRR-PLAST obtendremos una disminución en la retracción del pavimento - San Martín de Porres, 2019?	Efectuar el análisis del concreto al adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST para obtener una disminución en la retracción del pavimento - San Martín de Porres, 2019.	El adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST al concreto se obtiene una disminución en la retracción del pavimento - San Martín de Porres, 2019.		Retracción	Libre	
¿Cuál es la probabilidad de que el concreto al adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST nos proporcionará una óptima resistencia a la flexión del pavimento - San Martín de Porres, 2019?	Demostrar que al adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST al concreto, nos proporcionará una óptima resistencia a la flexión del pavimento - San Martín de Porres, 2019.	El adicionar ceniza volante y ZRR-PLAST al concreto, nos proporciona una óptima resistencia a la flexión del pavimento - San Martín de Porres, 2019.			Resistencia a la flexión	CIP 16

**ANEXO 02:
PANEL FOTOGRÁFICO – DISEÑO DE MEZCLA**



Elementos a usar en el diseño de mezcla



Inspección de las proporciones correctas para cada diseño



Combinación de materiales para el diseño calculado



Mezcla lista para elaborar probetas

**ANEXO 03:
PANEL FOTOGRÁFICO – ELABORACIÓN DE PROBETAS**



Elaboración del diseño de mezcla



Vaciado de los diseños a las probetas



Dando los últimos 25 golpes a las probetas



Se realiza el famoso chuseado a las probetas



Apoyo y supervisión de técnicos especialistas de LEM-UNI



Ensayo de cono de abrams



Medición del asentamiento del concreto



Elaboración de las 48 probetas propuestas

**ANEXO 04:
PANEL FOTOGRÁFICO – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

	
<p>Colocación de la probeta en base</p>	<p>Probetas sometidas a la máquina para hallar la carga de rotura</p>
	
<p>Rotura de todas las probetas</p>	<p>Cámara de curado</p>

**ANEXO 05:
PANEL FOTOGRÁFICO – RETRACCIÓN RESTRINGIDA**

	
<p>Vaciado de anillos de concreto</p>	<p>Anillos a los 28 días de edad</p>
	
<p>Se detectó la aparición de fisuras</p>	<p>Conteo de fisuras en los anillos de concreto</p>

**ANEXO 06:
PANEL FOTOGRÁFICO – RETRACCIÓN LIBRE**

	
<p>Desenfrado de las viguetas</p>	<p>4 viguetas para el ensayo de flexión</p>
	
<p>Ingreso de las vigas y viguetas a la cámara de curado</p>	<p>La 4 viguetas a los 28 días</p>



Calibración del equipo



Lectura de las viguetas



Medición de las 4 viguetas



Graduación de maquina después de las lecturas

ANEXO 07 FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FICHA DE REGISTRO ANECDÓTICO			
AUTOR:	ROCA TABOADA, MARIA VANESSA	FECHA:	
LUGAR:		HORA:	
PROYECTO:	"ANÁLISIS DEL CONCRETO AL ADICIONAR CENIZA VOLANTE Y EUCOCOMP PARA EVALUAR LA EFECTIVIDAD DE RETRACCIÓN EN EL DESEMPEÑO DEL PAVIMENTO DE VILLA RICA- S.M.P., 2019"		
DESCRIPCIÓN DE LO OBSERVADO		INTERPRETACIÓN DE LO OBSERVADO	
Expertos	A	B	C
NOMBRE:	RAMOS DEL CASTILLO RUDY	Flores Alvarado Jimmy Alvarado	CESAR AUGUSTO QUEVEDO JIMENEZ
PROFESIÓN:	INGENIERO CIVIL	INGENIERO CIVIL	INGENIERO CIVIL
REGISTRO CIP:	Nº 186152	170307	
FIRMA:	 Ing. CP. RAMOS DEL CASTILLO RUDY ING. CIVIL Reg. Colegio de Ingenieros CP Nº 186152	 Flores A. J.	 CESAR AUGUSTO QUEVEDO JIMENEZ INGENIERO CIVIL Reg. CIP. 109244
NOTA:	LA PRESENTE FICHA DE RECOLECCION DE DATOS ES UN MODELO SIN VALIDEZ; PUESTO QUE ES MATERIAL DE APOYO PARA EL PROYECTO DE INVESTIGACION		

FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO			
AUTOR:	ROCA TABOADA, MARIA VANESSA		
TIEMPO DE OBSERVACIÓN:			
FECHA DE OBSERVACIÓN:			
PROYECTO:	ASPECTOS A OBSERVAR	COMENTARIO	
"ANÁLISIS DEL CONCRETO AL ADICIONAR CENIZA VOLANTE Y EUCOCOMP PARA EVALUAR LA EFECTIVIDAD DE RETRACCIÓN EN EL DESEMPEÑO DEL PAVIMENTO DE VILLA RICA- S.M.P., 2019"			
Expertos	A	B	C
NOMBRE:	RAMOS DEL CASTILLO RUDY	Flores Alvarado Jimmy Alvarado	CESAR AUGUSTO QUEVEDO JIMENEZ
PROFESIÓN:	INGENIERO CIVIL	INGENIERO CIVIL	INGENIERO CIVIL
REGISTRO CIP:	Nº 186152	170307	
FIRMA:	 Ing. CP. RAMOS DEL CASTILLO RUDY ING. CIVIL Reg. Colegio de Ingenieros CP Nº 186152	 Flores A. J.	 CESAR AUGUSTO QUEVEDO JIMENEZ INGENIERO CIVIL Reg. CIP. 109244
NOTA:	LA PRESENTE FICHA DE RECOLECCION DE DATOS ES UN MODELO SIN VALIDEZ; PUESTO QUE ES MATERIAL DE APOYO PARA EL PROYECTO DE INVESTIGACION		

ANEXO 04 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ADITIVO

Lima: Av. Los faisanes N° 675 Urb. La Campiña - Chorrillos.
Telf.: (01) 2523058 Cel.: 998 128 514 - 998 330 130



EL MEJOR AMIGO DEL CONCRETO

Plastificantes/ Super plastificantes, Reductores de Agua

Z RR PLAST - 971

Descripción: Aditivo líquido polifuncional plastificante, reductor de agua con efecto retardante en el concreto especialmente en climas cálidos permitiendo un aumento en el tiempo de trabajabilidad, mayor durabilidad y reduce la contracción por fragua y la permeabilidad, además como plastificante proporciona a la mezcla del concreto un incremento en el asentamiento (slump) sin necesidad de agregar más agua.

- Cumple con la Norma ASTM C - 494, Tipo A y D, no contiene cloruro.

Ventajas:

- Se obtiene mayor manejo de los tiempos de fragua y acabado
- Mayor trabajabilidad especial para concretos caravista.
- No necesita aumentar el contenido de agua por m³
- Aumenta la resistencia final.
- Disminuye la formación de cangrejeras.
- Reduce la formación de juntas frías.
- Disminuye la energía de compactación (Chuceado, vibrado)
- Reduce en un 15-20% el agua de amasado (opcional)
- Aumenta el asentamiento (slump) 6" - 9" (Dependiendo del diseño)

Características:

- Proporciona manejabilidad para bombear las mezclas a distancia.
- Permite que el concreto sea transportado a distancia sin perder trabajabilidad.
- Por el asentamiento (slump) que proporciona al concreto permite una buena colocación del mismo evitando las cangrejeras.
- Incrementa la cohesividad del concreto fluido disminuyendo la segregación y exudación.
- Especial para plantas concretoras dado que es polifuncional funcionando como retardante-plastificante y/o retardante-súper plastificante (Dependiendo de la dosificación)

E-mail: ventas@zcorporacion.com.pe | cotizacion@zcorporacion.com.pe | web site: www.zaditivos.com.pe
LIMA: Av. San Luis 3051 - San Borja Telf.: (01) 7156745 - 998 288 456 | Av. F.imer Faucett 163 - Callao Telf.: (01) 715-5770 - 998 128 493
PIURA: Av. Bolognesi 311 Int. 3 Telf.: (073) 921489 - 972001351 | SULLANA: Calle Independencia 478 Telf.: (073) 509408 - 995366430
CHICHO: Calle Los Tumbos 505 Urb. San Eduardo Telf.: (074) 223 718 - 994 278 778 | CUSCO: Av. Tomasa Tito Condemayta 1032 - Wanchaq
Telf.: (084) 267 111 - 994 088 746 | PUCALLPA: Jr. Coronel Portillo 744 Telf.: (061) 573 591 - 998 128 495



EL MEJOR AMIGO DEL CONCRETO

Usos:

- En la colocación de grandes cantidades de concreto.
- Pisos y pavimentos.
- Cisternas, canales, represas, y toda estructura de concreto armado.
- Especial para concretos que resulte dificultoso el transporte y colocación del mismo.
- Para bombear concreto.

Aplicación

- Como Plastificante: viene listo para ser agregado al agua del amasado, reducir proporcionalmente el agua según la cantidad de aditivo a usar.
- Como reductor de agua: Puede reducir en un 15 % a 20 % el agua (opcional) de su diseño, manteniendo constante el asentamiento y logrando altas resistencias en todas las edades, obteniendo concretos impermeables.
- Como súper plastificante: Proporciona a la mezcla un incremento en el asentamiento sin necesidad de agregar más agua lo que permite concretos de alta resistencia y bombeables.

Datos Técnicos

Rendimiento:

- Como Plastificante: Usar de 0.3% a 1% del peso del cemento
 - Como súper plastificante: Usar 1% a 1.5% del peso del cemento
- Nota: Realizar ensayos previos ya que las condiciones climáticas son distintas

Densidad:

- 1.195 ± 0.01 g/cm³

Presentación

- Galón, Bidón y Cilindro.
- Peso del cilindro de 55gal = 248.76Kg

Debe ser almacenado en un lugar seco, fresco y bajo techo. En estas condiciones tiene una duración de 12 meses en su envase original cerrado. No almacenarlo directamente sobre el peso.

ANEXO 08
INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por

ABET
Accreditation Board for Engineering and Technology
Engineering Technology Accreditation Commission

Pág. 1 de 5

INFORME

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : **MARÍA VANESSA ROCA TABOADA**
Obra : **ANÁLISIS DEL CONCRETO AL ADICIONAR CENIZA VOLANTE**
Ubicación : **UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**
Asunto : **Diseño de mezcla f'c = 280 Kg/cm²**
Expediente N° : **19-1249**
Recibo N° : **65040**
Fecha de emisión : **17/04/2019**

1.0 DE LOS MATERIALES

1.1 Cemento:
Se utilizó cemento ANDINO Tipo I, proporcionado por el solicitante.

1.2 Agregado Fino:
Consistente en una Muestra de ARENA GRUESA sin cantera especificada.
Las características se indican en el ANEXO 1.

1.3 Agregado Grueso:
Consistente en una Muestra de PIEDRA CHANCADA sin cantera especificada.
Las características se indican en el ANEXO 2.

1.4 Combinación de Agregados:
La granulometría del Agregado Global obtenido por la combinación del agregado fino y grueso, se muestra en el ANEXO 3.

1.5 Agua:
Se uso agua potable procedente de la red UNI.


Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.



 **UNI-LEM**
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001

 Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

 www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por:



Accreditation Board for Engineering and Technology
 Engineering Technology Accreditation Commission

Expediente N°

: 19-1249

Pág. 2 de 5

2.0 DISEÑO DE MEZCLAS FINAL ($f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$) CEMENTO ANDINO Tipo I

2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Denominación	$f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	3" - 4"
Relación a/c de diseño	0.51
Relación a/c de obra	0.52
Proporciones de diseño	1 : 1.70 : 1.94
Proporciones de obra	1 : 1.72 : 1.95

2.2 CANTIDAD DE MATERIAL DE DISEÑO POR m³ DE CONCRETO

Cemento	455 Kg
Arena	773 Kg
Piedra	883 Kg
Agua	232 L

2.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA

Cemento	455 Kg
Arena	783 Kg
Piedra	885 Kg
Agua	236 L

2.4 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	42.50 Kg
Arena	73.18 Kg
Piedra	82.70 Kg
Agua	22.06 L

2.5 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones	CEMENTO	ARENA	PIEDRA
	1	1.75	2.00
Agua	22.06	L/bolsa	

3.0 OBSERVACIONES:

- 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
- 2) Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra; controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S
 Técnico : Sr. T.M.T.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe

Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





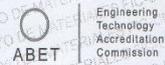
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por:



Accreditation Board for engineering and Technology



ABET

Pág. 3 de 5

ANEXO 1

EXPEDIENTE N° : 19-1249

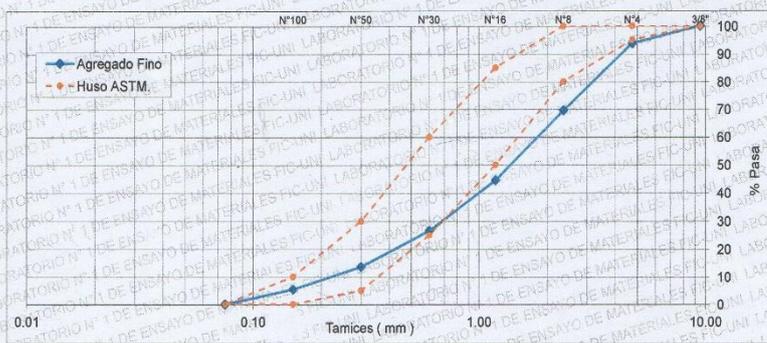
1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO :

Consiste en una Muestra de Arena sin cantera especificada.

A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (Pulg)	(mm)	% RET. RET.	% RET. ACUM.	% PASA PASA	% PASA HUSO ASTM
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	100
N°4	4.75	6.3	6.3	93.7	95 - 100
N°8	2.36	24.2	30.4	69.6	80 - 100
N°16	1.18	25.0	55.4	44.6	50 - 85
N°30	0.60	18.0	73.5	26.5	25 - 60
N°50	0.30	13.0	86.4	13.6	5 - 30
N°100	0.15	8.2	94.6	5.4	0 - 10
FONDO		5.4	100.0	0.0	

B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



C) PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza	3.47
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1463
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	1696
Peso Específico (g/cm ³)	2.61
Contenido de Humedad (%)	1.32
Porcentaje de Absorción (%)	1.48

2. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. T.M.T.

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe

lem@uni.edu.pe

Laboratorio de Ensayo
 de Materiales - UNI





ANEXO 2

EXPEDIENTE N° : 19-1249

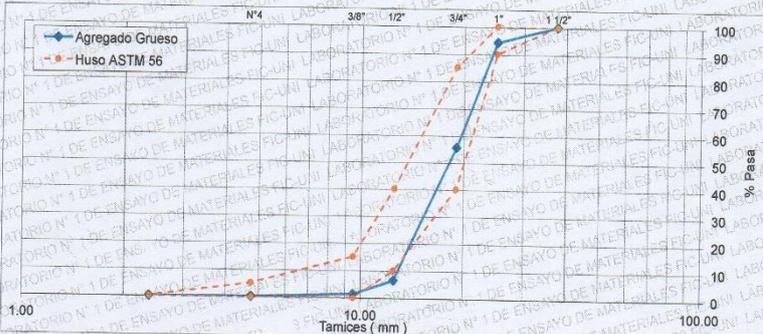
1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO :

Consiste en una Muestra de Piedra sin cantera especificada.

A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (Pulg)	(mm)	% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA HUSO ASTM 56
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	5.7	5.7	94.3	90 - 100
3/4"	19.00	38.7	44.4	55.6	40 - 85
1/2"	12.50	49.1	93.5	6.5	10 - 40
3/8"	9.50	5.1	98.6	1.4	0 - 15
N°4	4.75	1.3	99.9	0.1	0 - 5
FONDO		0.1	100.0	0.0	

B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



C) PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza	7.42
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1445
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	1630
Peso Específico (g/cm ³)	2.76
Contenido de Humedad (%)	0.20
Porcentaje de Absorción (%)	0.52

2. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. T.M.T.

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo
 de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZALES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Pág. 5 de 5

ANEXO 3

EXPEDIENTE N° : 19-1249

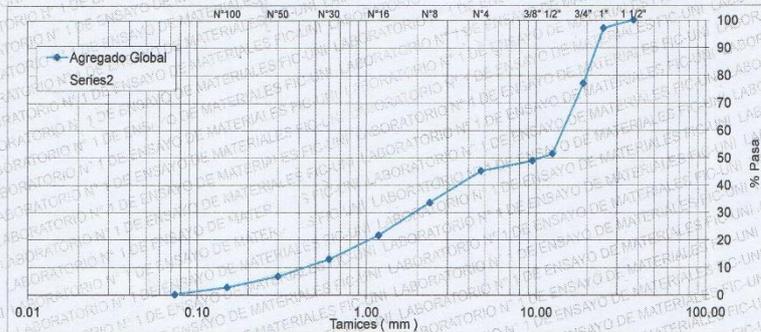
1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GLOBAL :

Consiste en una combinación de Arena sin cantera especificada y Piedra sin cantera especificada.

A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA
(Pulg)	(mm)			
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	3.0	3.0	97.0
3/4"	19.00	20.1	23.1	76.9
1/2"	12.50	25.5	48.5	51.5
3/8"	9.50	2.6	51.2	48.8
N°4	4.75	3.7	54.9	45.1
N°8	2.36	11.6	66.5	33.5
N°16	1.18	12.0	78.5	21.5
N°30	0.60	8.7	87.2	12.8
N°50	0.30	6.2	93.4	6.6
N°100	0.15	3.9	97.3	2.7
FONDO		2.7	100.0	0.0

B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



C) PROPIEDADES FÍSICAS

Tamaño Nominal Máximo	1"
Módulo de Fineza	5.52
% Agregado Grueso	51.92
% Agregado Fino	48.08

2. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
Técnico : Sr. T.M.T.

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú



(511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo
de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Camara de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

Hoja 4 de 4

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : ROCA TABOADA MARÍA VANESSA
Asunto : Verificación de diseño de mezcla y Ensayo de Resistencia a la Compresión.
Expediente N° : 19-2526-1
Recibo N° : 100486
Fecha de emisión : 30/07/2019

1. DE LA MUESTRA : El solicitante proporcionó al laboratorio los materiales y dosificación a utilizar en la mezcla.

Dosificación en obra, proporcionada por el solicitante:

	F1	F2	F3	F4
CEMENTO - ANDINO TIPO I	455 kg	455 kg	398 kg	398 kg
AGUA - RED UNI	221 kg	169 kg	207 kg	236 kg
ARENA - GRUESA	783 kg	783 kg	783 kg	783 kg
PIEDRA - CHANCADA	885 kg	885 kg	885 kg	885 kg
ADITIVO - Z RR PLAST - 971	---	7 kg	---	6 kg
ADICIÓN - CENIZA	0 kg		57 g	57 g

2. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034.2015
 Procedimiento interno AT-PR-12

3. RESULTADOS

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Rango	Coefficiente de Variación
F1 ROCA	28	10.01	78.70	30603	389	398	5.2%	2.7%
F1 ROCA	28	10.02	78.78	32277	410			
F1 ROCA	28	10.02	78.85	31131	395			
F2 ROCA	28	10.06	79.49	44671	562	556	5.3%	2.8%
F2 ROCA	28	10.07	79.56	45221	568			
F2 ROCA	28	10.03	78.93	42537	539			
F3 ROCA	28	10.03	78.93	25386	322	320	1.9%	1.0%
F3 ROCA	28	10.05	79.25	25068	316			
F3 ROCA	28	10.03	79.01	25483	323			
F4 ROCA	28	10.01	78.62	42893	546	544	3.0%	1.5%
F4 ROCA	28	10.04	79.17	42367	535			
F4 ROCA	28	10.01	78.70	43401	551			

4. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. T.M.T.



MSC. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



Hoja 3 de 4

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : ROCA TABOADA MARÍA VANESSA
Asunto : Verificación de diseño de mezcla y Ensayo de Resistencia a la Compresión.
Expediente N° : 19-2526-3
Recibo N° : 100486
Fecha de emisión : 24/07/2019

1. DE LA MUESTRA : El solicitante proporcionó al laboratorio los materiales y dosificación a utilizar en la mezcla.

Dosificación proporcionada por el solicitante:	
CEMENTO - ANDINO TIPO I	398 kg
AGUA - RED UNI	207 kg
ARENA - GRUESA	783 kg
PIEDRA - CHANCADA	885 kg
ADICIÓN - CENIZA	57 kg

2. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2015
 Procedimiento interno AT-PR-12

3. RESULTADOS :

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
1	21	10.11	80.28	23617	294	295
2	21	10.12	80.44	24266	302	
3	21	10.12	80.36	23222	289	

COEFICIENTE DE VARIACIÓN : 2.2%
RANGO : 4.3%
ASENTAMIENTO OBTENIDO EN LA MEZCLA : 5"

4. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. T.M.T.

NOTAS

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Ing. Isabel Moroni Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



Hoja 3 de 4

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : ROCA TABOADA MARÍA VANESSA
Asunto : Verificación de diseño de mezcla y Ensayo de Resistencia a la Compresión.
Expediente N° : 19-2526-4
Recibo N° : 100486
Fecha de emisión : 24/07/2019

1. DE LA MUESTRA : El solicitante proporcionó al laboratorio los materiales y dosificación a utilizar en la mezcla.

Dosificación proporcionada por el solicitante:	
CEMENTO - ANDINO TIPO I	398 kg
AGUA - RED UNI	236 kg
ARENA - GRUESA	783 kg
PIEDRA - CHANCADA	885 kg
ADITIVO - Z RR PLAST - 971	6 kg
ADICIÓN - CENIZA	57 kg

2. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2015
 Procedimiento interno AT-PR-12

3. RESULTADOS :

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
1	21	10.01	78.70	34301	436	436
2	21	10.02	78.85	35431	449	
3	21	10.23	82.19	34773	423	

COEFICIENTE DE VARIACIÓN : 3.0%
RANGO : 6.0%
ASENTAMIENTO OBTENIDO EN LA MEZCLA : 5"

4. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. T.M.T.



MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



Hoja 3 de 4

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : ROCA TABOADA MARÍA VANESSA
Asunto : Verificación de diseño de mezcla y Ensayo de Resistencia a la Compresión.
Expediente N° : 19-2526-1
Recibo N° : 100486
Fecha de emisión : 24/07/2019

1. DE LA MUESTRA : El solicitante proporcionó al laboratorio los materiales y dosificación a utilizar en la mezcla.

Dosificación proporcionada por el solicitante:	
CEMENTO - ANDINO TIPO I	455 kg
AGUA - RED UNI	221 kg
ARENA - GRUESA	783 kg
PIEDRA - CHANCADA	885 kg

2. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2015
 Procedimiento interno AT-PR-12

3. RESULTADOS :

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
1	21	10.10	80.04	28081	351	358
2	21	10.03	79.01	28701	363	
3	21	10.02	78.85	28483	361	

COEFICIENTE DE VARIACIÓN : 1.9%
RANGO : 3.5%
ASENTAMIENTO OBTENIDO EN LA MEZCLA : 5"

4. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
Técnico : Sr. T.M.T.



NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

Hoja 3 de 4

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : ROCA TABOADA MARÍA VANESSA
Asunto : Verificación de diseño de mezcla y Ensayo de Resistencia a la Compresión.
Expediente N° : 19-2526-2
Recibo N° : 100486
Fecha de emisión : 24/07/2019

1. DE LA MUESTRA : El solicitante proporcionó al laboratorio los materiales y dosificación a utilizar en la mezcla.

Dosificación proporcionada por el solicitante:

CEMENTO - ANDINO TIPO I	455 kg
AGUA - RED UNI	169 kg
ARENA - GRUESA	783 kg
PIEDRA - CHANCADA	885 kg
ADITIVO - Z RR PLAST - 971	7 kg

2. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2015
 Procedimiento interno AT-PR-12

3. RESULTADOS :

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
1	21	10.15	80.91	40916	506	522
2	21	10.09	79.96	42717	534	
3	21	10.10	80.04	42055	525	

COEFICIENTE DE VARIACIÓN : 2.8%
RANGO : 5.5%
ASENTAMIENTO OBTENIDO EN LA MEZCLA : 5"

4. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. T.M.T.



MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



Hoja 1 de 4

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : ROCA TABOADÁ MARÍA VANESSA
Asunto : Verificación de diseño de mezcla y Ensayo de Resistencia a la Compresión.
Expediente N° : 19-2526-1
Recibo N° : 100486
Fecha de emisión : 10/07/2019

1. DE LA MUESTRA : El solicitante proporcionó al laboratorio los materiales y dosificación a utilizar en la mezcla.

Dosificación en obra, proporcionada por el solicitante:	
CEMENTO - ANDINO TIPO I	455 kg
AGUA - RED UNI	221 kg
ARENA - GRUESA	783 kg
PIEDRA - CHANCADA	885 kg

2. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2015
 Procedimiento interno AT-PR-12

3. RESULTADOS :

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
1	7	10.13	80.52	26309	327	
2	7	10.14	80.75	25805	320	322
3	7	10.05	79.33	25340	319	

COEFICIENTE DE VARIACIÓN : 1.3%
RANGO : 2.3%
ASENTAMIENTO OBTENIDO EN LA MEZCLA : 5"

4. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. T.M.T.

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Ortiz
 MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZALES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for Engineering and Technology



Hoja 1 de 4

INFORME

Del A : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
Asunto : ROCA TABOADA MARÍA VANESSA
Expediente N° : Verificación de diseño de mezcla y Ensayo de Resistencia a la Compresión.
Recibo N° : 19-2526-2
Fecha de emisión : 100486
Fecha de emisión : 10/09/2019

1. DE LA MUESTRA : El solicitante proporcionó al laboratorio los materiales y dosificación a utilizar en la mezcla.

	Dosificación en obra, proporcionada por el solicitante:
CEMENTO - ANDINO TIPO I	455 kg
AGUA - RED UNI	169 kg
ARENA - GRUESA	783 kg
PIEDRA - CHANCADA	885 kg
ADITIVO - Z RR PLAST - 971	7 kg

2. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP. 339.034:2015
 Procedimiento interno AT-PR-12

3. RESULTADOS :

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
1	7	10.19	81.47	39909	490	
2	7	10.07	79.56	37283	469	476
3	7	10.09	79.88	37580	470	

COEFICIENTE DE VARIACIÓN : 2.5%
RANGO : 4.5%
ASENTAMIENTO OBTENIDO EN LA MEZCLA : 5"

4. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. T.M.T.

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



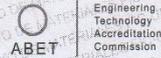
www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carretera de Ingeniería Civil Acreditada por



INFORME

Hoja 1 de 4

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : **ROCA TABOADA MARÍA VANESSA**
Asunto : **Verificación de diseño de mezcla y Ensayo de Resistencia a la Compresión.**
Expediente N° : **19-2526-3**
Recibo N° : **100486**
Fecha de emisión : **10/07/2019**

1. DE LA MUESTRA : El solicitante proporcionó al laboratorio los materiales y dosificación a utilizar en la mezcla.

Dosificación en obra, proporcionada por el solicitante:	
CEMENTO - ANDINO TIPO I	398 kg
AGUA - RED UNI	207 kg
ARENA - GRUESA - CANTERA	783 kg
PIEDRA - CHANCADA - CANTERA	885 kg
ADICIÓN - CENIZA	57 kg

2. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2015
 Procedimiento interno AT-PR-12

3. RESULTADOS

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
1	7	10.26	82.68	20938	253	259
2	7	10.15	80.91	20782	257	
3	7	10.18	81.39	21812	268	

COEFICIENTE DE VARIACIÓN : 3.0%
RANGO : 5.7%
ASENTAMIENTO OBTENIDO EN LA MEZCLA : 5"

4. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. T.M.T.



MSC. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZALES DE LA COTERA"

Carerra de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for Engineering and Technology



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Hoja 1 de 4

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : ROCA TABOADA MARÍA VANESSA
Asunto : Verificación de diseño de mezcla y Ensayo de Resistencia a la Compresión.
Expediente N° : 19-2526-4
Recibo N° : 100486
Fecha de emisión : 10/07/2019

1. DE LA MUESTRA : El solicitante proporcionó al laboratorio los materiales y dosificación a utilizar en la mezcla.

Dosificación en obra, proporcionada por el solicitante:	
CEMENTO - ANDINO TIPO I	398 kg
AGUA - RED UNI	236 kg
ARENA - GRUESA	783 kg
PIEDRA - CHANCADA	885 kg
ADITIVO - Z RR PLAST - 971	6 kg
ADICION - CENIZA	57 kg

2. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2015
 Procedimiento interno AT-PR-12

3. RESULTADOS :

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
1	7	10.25	82.52	36342	440	437
2	7	10.25	82.44	36440	442	
3	7	10.10	80.04	34267	428	

COEFICIENTE DE VARIACIÓN : 1.7%
RANGO : 3.2%
ASENTAMIENTO OBTENIDO EN LA MEZCLA : 5"

4. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. T.M.T.

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



M.Sc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZALES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Hoja 2 de 4

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : ROCA TABOADA MARÍA VANESSA
Asunto : Verificación de diseño de mezcla y Ensayo de Resistencia a la Compresión.
Expediente N° : 19-2526-1
Recibo N° : 100486
Fecha de emisión : 17/07/2019

1. DE LA MUESTRA : El solicitante proporcionó al laboratorio los materiales y dosificación a utilizar en la mezcla.

Dosificación proporcionada por el solicitante:

CEMENTO - ANDINO TIPO I	455 kg
AGUA - RED UNI	221 kg
ARENA - GRUESA	783 kg
PIEDRA - CHANCADA	885 kg

2. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2015.
 : Procedimiento interno AT-PR-12

3. RESULTADOS :

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
1	14	10.20	81.71	26421	323	333
2	14	10.04	79.09	26609	336	
3	14	10.12	80.44	27360	340	

COEFICIENTE DE VARIACIÓN : 2.6%
RANGO : 5.0%
ASENTAMIENTO OBTENIDO EN LA MEZCLA : 5"

4. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. T.M.T.

MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



Hoja 2 de 4

INFORME

Del A : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
Asunto : ROCA TABOADA MARÍA VANESSA
Expediente N° : 19-2526-2
Recibo N° : 100486
Fecha de emisión : 17/07/2019

1. DE LA MUESTRA : El solicitante proporcionó al laboratorio los materiales y dosificación a utilizar en la mezcla.

Dosificación proporcionada por el solicitante:

CEMENTO - ANDINO TIPO I	455 kg
AGUA - RED UNI	169 kg
ARENA - GRUESA	783 kg
PIEDRA - CHANCADA	885 kg
ADITIVO - Z RR PLAST - 971	7 kg

2. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2015
 Procedimiento interno AT-PR-12

3. RESULTADOS

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Díámetro Promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
1	14	10.15	80.91	40434	500	509
2	14	10.10	80.04	40661	508	
3	14	10.06	79.49	41228	519	

COEFICIENTE DE VARIACIÓN : 1.9%
RANGO : 3.7%
ASENTAMIENTO OBTENIDO EN LA MEZCLA : 5"

4. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. T.M.T.

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



Hoja 2 de 4

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : ROCA TABOADA MARÍA VANESSA
Asunto : Verificación de diseño de mezcla y Ensayo de Resistencia a la Compresión.
Expediente N° : 19-2526-3
Recibo N° : 100486
Fecha de emisión : 17/07/2019

1. DE LA MUESTRA : El solicitante proporcionó al laboratorio los materiales y dosificación a utilizar en la mezcla.

Dosificación proporcionada por el solicitante:

CEMENTO - ANDINO TIPO I	398 kg
AGUA - RED UNI	207 kg
ARENA - GRUESA	783 kg
PIEDRA - CHANCADA	885 kg
ADICIÓN - CENIZA	57 kg

2. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034.2015
 Procedimiento interno AT-PR-12

3. RESULTADOS

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
1	14	10.08	79.72	23362	293	290
2	14	10.11	80.28	23080	288	
3	14	10.05	79.25	23031	291	

COEFICIENTE DE VARIACIÓN : 1.0%
RANGO : 1.9%
ASENTAMIENTO OBTENIDO EN LA MEZCLA : 5"

4. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. T.M.T.

Orluis
 MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

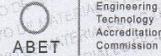
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carretera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for Engineering and Technology



ABET

Hoja 2 de 4

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : **ROCA TABOADA MARÍA VANESSA**
Asunto : Verificación de diseño de mezcla y Ensayo de Resistencia a la Compresión.
Expediente N° : 19-2526-4
Recibo N° : 100486
Fecha de emisión : 17/07/2019

1. DE LA MUESTRA : El solicitante proporcionó al laboratorio los materiales y dosificación a utilizar en la mezcla.

Dosificación proporcionada por el solicitante:	
CEMENTO - ANDINO TIPO I	398 kg
AGUA - RED UNI	236 kg
ARENA - GRUESA	783 kg
PIEDRA - CHANCADA	885 kg
ADITIVO - Z RR PLAST - 971	6 kg
ADICIÓN - CENIZA	57 kg

2. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2015
 Procedimiento interno AT-PR-12

3. RESULTADOS

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
1	14	10.20	81.63	38261	469	452
2	14	10.09	79.88	35325	442	
3	14	10.01	78.70	35059	445	

COEFICIENTE DE VARIACIÓN : 3.2%

RANGO: 5.9%

ASENTAMIENTO OBTENIDO EN LA MEZCLA : 5"

4. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. T.M.T.



MSc. Ing. Isabel Moromí Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25

apartado 1301 - Perú



(511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo
 de Materiales - UNI





INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : ROCA TABOADA MARÍA VANESSA
 Asunto : Ensayo para estimar la tendencia a la fisuración por contracción restringida en anillos de concreto y medida de Longitud de muestras prismáticas de concreto
 Expediente N° : 19-3222
 Recibo N° : 67145
 Fecha de emisión : 02/10/2019

1. DE LA MUESTRA : Dos anillos de concreto y tres prismas de concreto
2. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia AASHTO T 334, para la estimación del fisuramiento, y ASTM C 490 para la comparación de longitud
3. RESULTADOS :

3.1. Estimación de fisuramiento en anillos de concreto

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	EDAD DE LA MUESTRA (DÍAS)	FISURACIÓN	FOTOGRAFÍA 1	FOTOGRAFÍA 2	FOTOGRAFÍA 3
PATRÓN	28	PRESENTE FISURACIÓN			
PATRÓN + ADITIVO + CENIZA	28	PRESENTE FISURACIÓN			

3.2. Comparación de longitud en muestras prismáticas de concreto

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	EDAD DE LA MUESTRA (DÍAS)	LADO 1 (mm)	LADO 2 (mm)	LADO 3 (mm)	LADO 4 (mm)	PROMEDIO (mm)
PATRÓN	28	8.918	8.912	8.916	8.918	8.912
PATRÓN + CENIZA	28	8.178	8.172	8.170	8.186	8.171
PATRÓN + ADITIVO	28	8.824	8.918	8.900	8.902	8.912

4. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. A.A.G.



M.Sc. Ing. Isabel Morón Nakata
 Jefe (a) del laboratorio.

NOTAS:

- 1) Es el primer reproducible a recibir el informe de ensayo, todo el personal, en la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a los materiales proporcionados por el solicitante.

UNI-LEM

La Calidad es nuestra compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú



(511) 381-3345



(511) 481-1878 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo
 de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : ROCA TABOADA MARÍA VANESSA
 Asunto : Ensayo para estimar la tendencia a la fisuración por contracción restringida en anillos de concreto y medida de Longitud de muestras prismáticas de concreto
 Expediente N° : 19-3222
 Recibo N° : 67145
 Fecha de emisión : 05/11/2019

1. DE LA MUESTRA : Dos anillos de concreto y un prisma de concreto
 2. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia AASHTO T 334, para la estimación del fisuramiento, y ASTM C 490 para la comparación de longitud
 3. RESULTADOS :

3.1. Estimación de fisuramiento en anillos de concreto

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	EDAD DE LA MUESTRA (DÍAS)	FISURACIÓN	FOTOGRAFÍA 1	FOTOGRAFÍA 2	FOTOGRAFÍA 3
PATRÓN + ADITIVO	28	PRESENTA FISURACIÓN			
PATRÓN + CENIZA	28	PRESENTA FISURACIÓN			

3.2. Comparación de longitud en muestra prismática de concreto

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	EDAD DE LA MUESTRA (DÍAS)	LADO 1 (mm)	LADO 2 (mm)	LADO 3 (mm)	LADO 4 (mm)	PROMEDIO (mm)
PATRÓN + ADITIVO + CENIZA	28	6.328	6.326	6.322	6.322	6.3245

4. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. A.A.G.



MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) de laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos sólo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : ROCA TABOADA MARÍA VANESSA
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Flexión con carga en el centro
Expediente N° : 19-3222
Recibo N° : 67146
Fecha de emisión : 05/11/2019

- 1. DE LA MUESTRA** : Consistente en 4 vigas de concreto.
- 2. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal TOKYOKOKI SEIZOSHO
 Certificado de Calibración CMC-066-2019
- 3. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 339.079:2017.
- 4. RESULTADOS** :

MUESTRAS	EDAD DE LA MUESTRA (días)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	DIMENSIONES (mm)			ÁREA (mm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)
			LARGO	ANCHO	ALTURA			
PATRÓN	28	45.0	50.1	15.3	15.2	798.5	2750	52.5
PATRÓN + ADITIVO	28	45.0	50.2	15.3	15.0	798.1	2120	41.6
PATRÓN + CENIZA	28	45.0	50.0	15.0	15.0	750.0	2700	53.9
PATRÓN + CENIZA + ADITIVO	28	45.0	50.0	15.0	15.0	750.0	2780	55.5

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. A. A. G.



MSc. Ing. Isabel Moroni Nakata
 Jefe (a) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM

La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4048



www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe

Laboratorio de Ensayo
 de Materiales - UNI





Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016
NTP ISO / IEC 17025:2006

Certificado : LD-1032-2018
Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia del DM - INACAL	Reticula de Medición Mitutoyo	LLA - 387 -2017

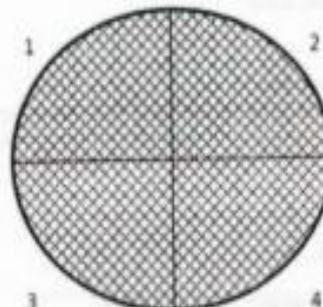
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

REGIÓN N°	VALOR NOMINAL mm	VALOR HALLADO mm	ERROR mm	Variación permisible mm
1	4,750	4,750	0,000	0,150
2	4,750	4,750	0,000	0,150
3	4,750	4,751	-0,001	0,150
4	4,750	4,752	-0,002	0,150

Incertidumbre de Medición

0,002 mm

REGIONES EXPLORADAS



OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde. Se realizó una exploración por regiones, se obtuvo un 95 % de exploración.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida de medida (U) se ha obtenido multiplicación la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el Factor de Cobertura (k = 2) que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO





Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016
NTP ISO / IEC 17025:2006

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LD-1036-2018

O.T. : 1026-1221

Fecha de emisión : 2018-05-28

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Dirección : Centro Industrial Mza. B Lote 5-6 Las Praderas de Lurin, Lima - Lima - Lurin

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ

Marca : FORNEY

Modelo : No Indica

N° de serie : 30BS5F766526

N° de tamiz : N° 30

Tamaño de abertura : 600 µm

Identificación : MVAF-4

Procedencia : U.S.A

Ubicación : No Indica

Fecha de Calibración : 2018-05-23

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 MEDICIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C

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

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa, se utilizó patrones trazables a las unidades de longitud del Sistema Internacional de Unidades (S.I.) Calbrados por el DM - INACAL.

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	19.4 °C
HUMEDAD RELATIVA	70.2%	69.5%

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

CFP: 0318



Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016
NTP ISO / IEC 17025:2006

Certificado : LD-1036-2018

Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia del DM - INACAL	Reticula de Medición Mutoyo	LLA - 387 -2017

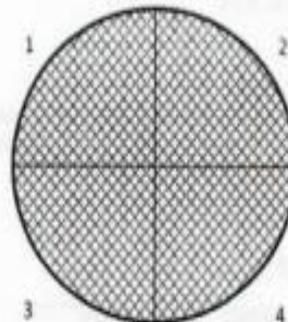
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

REGIÓN N°	VALOR NOMINAL μm	VALOR HALLADO μm	ERROR μm	Variación permisible μm
1	600	599.600	0.400	0.025
2	600	600.000	0.000	0.025
3	600	601.000	-1.000	0.025
4	600	601.800	-1.800	0.025

Incertidumbre de Medición

2,0976 μm

REGIONES EXPLORADAS



OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.
Se realizó una exploración por regiones, se obtuvo un 95 % de exploración.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida de medida (U) se ha obtenido multiplicación la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el Factor de Cobertura (k = 2) que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO





Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016
NTP ISO / IEC 17025:2006

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LD-1035-2018

O.T. : 1026-1221

Fecha de emisión : 2018-05-28

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Dirección : Centro Industrial Mza. B Lote 5-6 Las Praderas de Lurin, Lima - Lima - Lurin

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ

Marca : FORNEY

Modelo : No Indica

N° de serie : 50BS8F786266

N° de tamiz : N° 50

Tamaño de abertura : 300 µm

Identificación : MVAF-5

Procedencia : U.S.A.

Ubicación : No Indica

Fecha de Calibración : 2018-05-23

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 MEDICIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

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

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa, se utilizó patrones trazables a las unidades de longitud del Sistema Internacional de Unidades (S.I.) Calibrados por el DM - INACAL.

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	19,4 °C	19,2 °C
HUMEDAD RELATIVA	66,1%	65,8%

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 Ramps Paucar

GERENTE TÉCNICO

GFP: 0318



Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016
NTP ISO / IEC 17025:2006

Certificado : LD-1035-2018

Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia del DM - INACAL	Reticula de Medición Milutoyo	LLA - 387 -2017

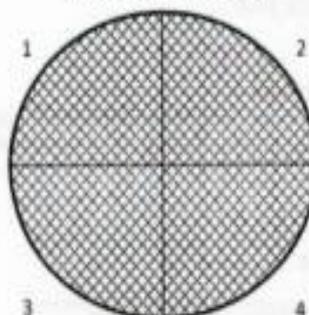
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

REGIÓN N°	VALOR NOMINAL μm	VALOR HALLADO μm	ERROR μm	Variación permisible mm
1	0.3	0.302	-0.0024	0.014
2	0.3	0.302	-0.0024	0.014
3	0.3	0.302	-0.0020	0.014
4	0.3	0.301	-0.0014	0.014

Incertidumbre de Medición

0,0042 μm

REGIONES EXPLORADAS



OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.
Se realizó una exploración por regiones, se obtuvo un 95 % de exploración.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida de medida (U) se ha obtenido multiplicación la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el Factor de Cobertura ($k = 2$) que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente al 95%.

FIN DEL DOCUMENTO





Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016
NTP ISO / IEC 17025:2006

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LD-1034-2018

O.T. : 1026-1221

Fecha de emisión : 2018-05-28

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Dirección : Centro Industrial Mza. B Lote 5-6 Las Praderas de Lurin, Lima - Lima - Lurin

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ

Marca : FORNEY

Modelo : No indica

N° de serie : 100BS8F786130

N° de tamiz : N° 100

Tamaño de abertura : 0.150 µm

Identificación : MVAF-5

Procedencia : U.S.A.

Ubicación : No indica

Fecha de Calibración : 2018-05-23

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 MEDICIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

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

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa, se utilizó patrones trazables a las unidades de longitud del Sistema Internacional de Unidades (S.I.) Calibrados por el DM - INACAL.

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 °C
HUMEDAD RELATIVA	74.5%	74.2%

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 Faucar

GERENTE TECNICO

CFP: 0316



Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016
NTP ISO / IEC 17025:2006

Certificado : LD-1034-2018

Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia del DM - INACAL	Reticula de Medición Mitutoyo	LLA - 387 -2017

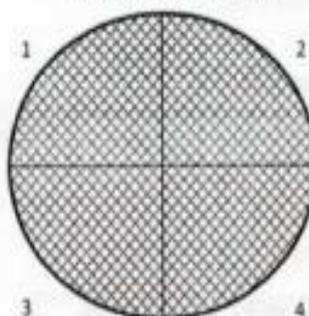
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

REGIÓN N°	VALOR NOMINAL μm	VALOR HALLADO μm	ERROR μm	Variación permisible mm
1	0.150	0.150	0.0002	0.008
2	0.150	0.150	0.0002	0.008
3	0.150	0.150	0.0002	0.008
4	0.150	0.150	0.0002	0.008

Incertidumbre de Medición

0,0004 μm

REGIONES EXPLORADAS



OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta adhesiva de color verde.
Se realizó una exploración por regiones, se obtuvo un 95 % de exploración.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida de medida (U) se ha obtenido multiplicación la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el Factor de Cobertura ($k = 2$) que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%

FIN DEL DOCUMENTO





Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016
NTP ISO / IEC 17025:2006

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LD-1037-2018

O.T. : 1026-1221

Fecha de emisión : 2018-05-28

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Dirección : Centro Industrial Mza. B Lote 5-6 Las Praderas de Lurin, Lima - Lima - Lurin

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ

Marca : FORNEY

Modelo : No Indica

N° de serie : 12BS8F743035

N° de tamiz : N° 12

Tamaño de abertura : 1,70 mm

Identificación : MVAF-7

Procedencia : U.S.A.

Ubicación : No Indica

Fecha de Calibración : 2018-05-23

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 MEDICIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

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

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa, se utilizó patrones trazables a las unidades de longitud del Sistema Internacional de Unidades (S.I.) Calibrados por el DM - INACAL.

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	18,9 °C	18,8 °C
HUMEDAD RELATIVA	75,1%	74,5%

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

CFP: 0316



Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016
NTP ISO / IEC 17025:2006

Certificado : LD-1037-2018

Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia del DM - INACAL	Retícula de Medición Mitutoyo	LLA - 387 -2017

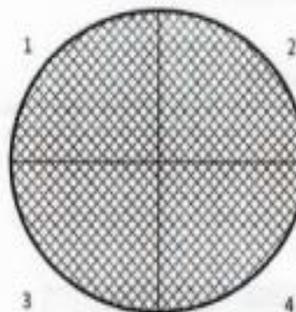
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

REGIÓN N°	VALOR NOMINAL mm	VALOR HALLADO mm	ERROR mm	Variación permisible mm
1	1,700	1,697	0,003	0,060
2	1,700	1,701	-0,001	0,060
3	1,700	1,696	0,004	0,060
4	1,700	1,738	-0,038	0,060

Incertidumbre de Medición

0,038 mm

REGIONES EXPLORADAS



OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.
Se realizó una exploración por regiones, se obtuvo un 95 % de exploración.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida de medida (U) se ha obtenido multiplicación la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el Factor de Cobertura (k = 2) que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%

FIN DEL DOCUMENTO





Aseguramiento Metrológico

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LM - 0403 - 2017

O.T. : 0705-1107

Fecha de emisión : 2017 - 05 - 09

Página : 1 de 3

SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Dirección : Av. Tupac Amaru Nro 210, Lima - Lima - Rmac

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Funcionamiento : No Automático
Alcance de Escala : 0 g a 10000 g
Marca : SARTORIUS
Modelo : QS160008
N° de Serie : 80801203
Tipo : Electrónica
Procedencia : No Indica
Identificación : BLZA-1
Ubicación : Area De Agregados
Clase : II
Rango : Simple
Capacidad Máxima : 10000 g
División de Escala (d) : 0,5 g
División de Verificación (e) : 0,5 g
Capacidad Mínima (") : 25 g
Fecha de Calibración : 2017 - 04 - 27

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).

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.

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.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

PROCEDIMIENTO 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-INDECOP

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 Pizarro
Gerente Técnico
CTP: 8316





Aseguramiento Metroológico



Certificado : LM - 0403 - 2017

Página : 2 de 3

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia Pesas E1 DM-INACAL	Pesas 1 mg a 1 kg (clase F1)	LM-C-233-2016

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste de Cero	TIENE	Escala	NO TIENE
Oscilación Libre	TIENE	Indicador	NO TIENE
Plataforma	TIENE	Nivelación	TIENE
Sistema de Traba	NO TIENE	Dispositivo Indicador Auxiliar	NO TIENE

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	26.1 °C	26.0 °C
Humedad Relativa	63.8 %	62.8 %

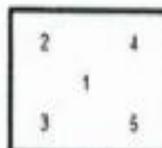
Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	5 000.0	5 000.0	200.0	50.0
2		4 999.5	250.0	-500.0
3		4 999.5	250.0	-500.0
4		5 000.0	200.0	50.0
5		4 999.5	250.0	-500.0
6		5 000.0	250.0	0.0
7		4 999.0	200.0	-950.0
8		5 000.0	200.0	50.0
9		5 000.0	250.0	0.0
10		5 000.0	200.0	50.0
E _{med} - E _{nom}			1 000.0 mg	
error máximo permitido			± 1 000.0 mg	

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	10 000.0	9 999.5	250.0	-500.0
2		10 000.0	250.0	0.0
3		10 000.0	200.0	50.0
4		9 999.5	250.0	-500.0
5		9 999.5	200.0	-450.0
6		10 000.0	250.0	0.0
7		10 000.0	300.0	-50.0
8		10 000.0	250.0	0.0
9		9 999.5	250.0	-500.0
10		10 000.0	250.0	0.0
E _{med} - E _{nom}			500.0 mg	
error máximo permitido			± 1 000.0 mg	



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	26,0 °C	26,0 °C
Humedad Relativa	62,8 %	63,8 %



N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (tmg)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)		Ec (mg)
1	5,0	5,0	200,0	50,0	3 000,0	3 000,0	250,0	0,0	-50,0	1 000,0
2		5,0	200,0	50,0		3 000,0	300,0	-50,0	-100,0	
3		4,5	250,0	-50,0		2 999,5	300,0	-50,0	-50,0	
4		5,0	200,0	50,0		3 000,0	250,0	0,0	-50,0	
5		5,0	250,0	0,0		3 000,0	250,0	0,0	0,0	

ENSAYO DE PESAJE

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	26,0 °C	26,0 °C
Humedad Relativa	63,8 %	62,8 %

Carga (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p. (tmg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
5,0	5,0	200,0	50,0						
25,0	25,0	250,0	0,0	-50,0	25,0	200,0	50,0	0,0	500,0
50,0	50,0	200,0	50,0	0,0	50,0	250,0	0,0	-50,0	500,0
100,0	100,0	300,0	-50,0	-100,0	100,0	300,0	-50,0	-100,0	500,0
200,0	200,0	200,0	50,0	0,0	200,0	250,0	0,0	-50,0	500,0
500,0	500,0	200,0	50,0	0,0	500,0	200,0	50,0	0,0	500,0
1 000,0	1 000,0	300,0	-50,0	-100,0	999,5	250,0	-50,0	-50,0	500,0
2 000,0	2 000,0	200,0	50,0	0,0	1 999,5	200,0	-50,0	-50,0	500,0
3 000,0	3 000,0	250,0	0,0	-50,0	2 999,5	300,0	-50,0	-50,0	1 000,0
5 000,0	5 000,0	200,0	50,0	0,0	4 999,5	250,0	-50,0	-50,0	1 000,0
10 000,0	10 000,0	200,0	50,0	0,0	10 000,0	200,0	50,0	0,0	1 000,0

Donde: I R : Indicación o lectura de la balanza en kilogramo (g) E : Error del instrumento
 ΔL : Carga adicional Eo : Error en cero
 e.m.p. : Error máximo permitido Ec : Error corregido

Lectura Corregida : $R_{\text{Corregida}} = R + 1,99 \times 10^{-6} \times R$

Incertidumbre de Medición : $U_95 = 2 \times \sqrt{4,28 \times 10^{-13} \text{ g}^2 + 9,01 \times 10^{-19} \text{ g}^2}$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.

(*) Obtenida a partir de la División de Escala (d) y de la Clase de Exactitud

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida de medida (U) se ha obtenido multiplicación la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el Factor de Cobertura (k = 2) que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%

FIN DEL DOCUMENTO





Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016
NTP ISO / IEC 17025:2006

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LD - 0072 - 2019

O.T. : 0072-0134

Fecha de emisión: 2019 - 01 - 16

Página : 1 de 3

SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Dirección : Av. Tupac Amaru Nro. 210 -Lima - Lima - Rimac

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : COMPARADOR DE CUADRANTE
Tipo : Digital
Marca : HUMBOLDT
Modelo : Q2800-0-16001
N° de Serie : 171023284
Intervalo de Indicación : 0 mm a 15,24 mm
División de Escala : 0,001 mm
Procedencia : U.S.A.
Identificación^[1] : D-021
Fecha de Calibración : 2019 - 01 - 16

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
Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa con nuestros bloques patrón según procedimiento PC - 014 "Procedimiento de calibración de comparadores de cuadrante". Segunda Edición - Junio 2012. SNM-INDECOPI

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	20,8 °C	20,9 °C
Humedad Relativa	48,7 %	49,5 %

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
CFP: 0316

PGC-16-r07/Octubre 2017/Rev.01

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

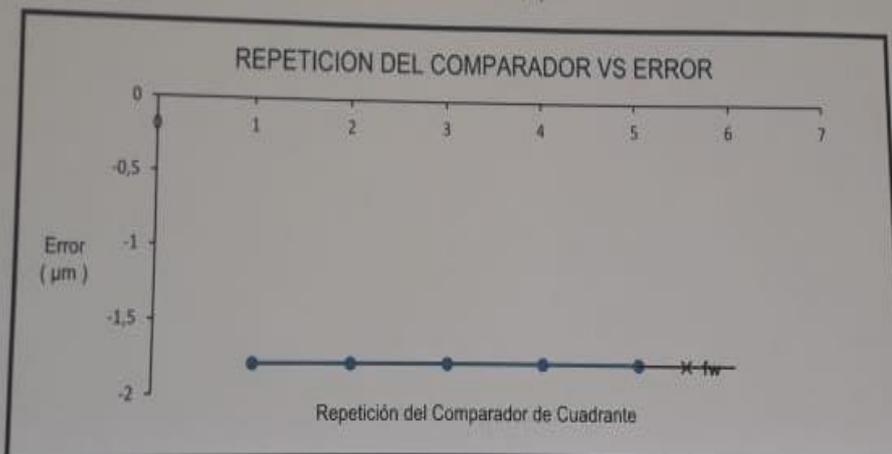
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Error de Repetibilidad

Valor Patrón (mm)	Indicación del Comparador (mm)	Error (µm)
11,9998	11,9980	-1,8
	11,9980	-1,8
	11,9980	-1,8
	11,9980	-1,8
	11,9980	-1,8

Alcance de error de indicación (f_w): 0 µm
Incertidumbre del error de indicación: 1,8 µm



OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.
El instrumento tiene un error máximo permisible (f_e) de $\pm 2,5 \mu\text{m}$, según especificaciones del fabricante.
[1] Asignado por Test & Control S.A.C.

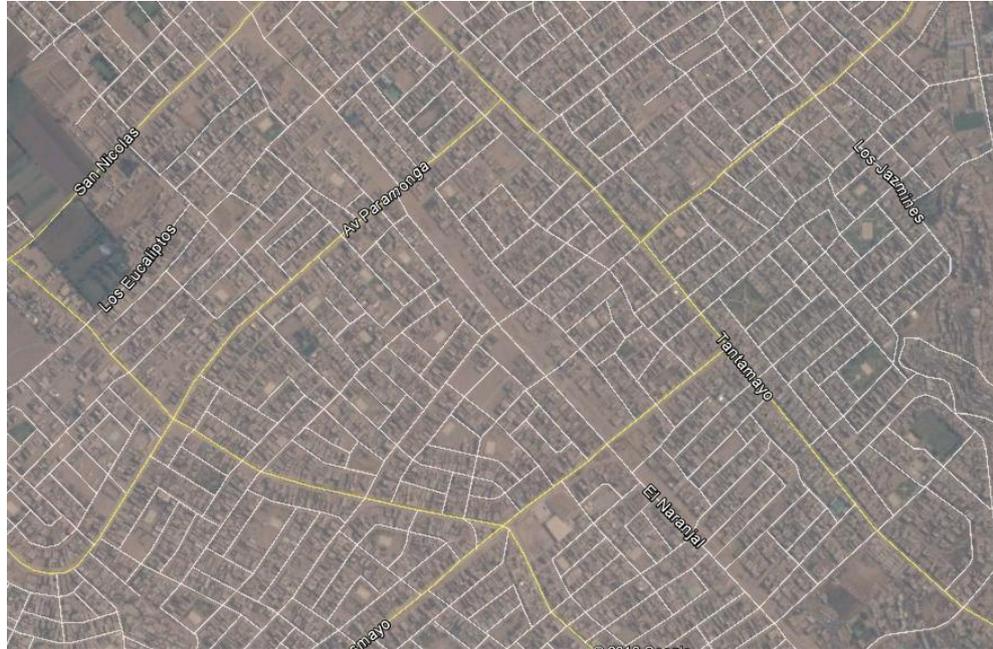
INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

ANEXO 10 PANEL FOTOGRÁFICO

- **Ubicación de la zona de estudio – Distrito de San Martín de Porres**



- **Situación de Villa Rica de Chuquitanta; antes de ser pavimentado.**



- **Pavimento de Villa Rica de Chuquitanta.**

