



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Análisis del comportamiento del concreto de alta resistencia
adicionando microsílíce y aditivo superplastificante para determinar
sus propiedades físico - mecánica, Lima - 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

García Alonso, Jorge Omar (ORCID: 0000-0003-0871-4609)

ASESORA:

Mg. Ing. Lavado Enríquez, Juana Maribel (ORCID: 0000-0001-9852-4651)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

Principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar con uno de mis anhelos más deseados. A mis padres Roberto García y Ana Alonso que se sacrificaron por mis logros y darme mucho amor, paciencia, esfuerzo y por qué siempre me acompañan en todos mis sueños y metas. A mi hermano Grimaldo y mi primo Bladimir por sus consejos que me ayudaron mucho a seguir adelante y en especial a mi compañera de vida Nely Rosas que está siempre en las buenas y malas a mi lado y en general a toda mi familia.

Agradecimiento

Agradezco a mis docentes y en especial a la Mg. Lavado Enríquez, Juana Maribel que con su sabiduría, conocimiento y apoyo me guiaron durante toda mi carrera de ingeniería civil, los cuales me sirvieron para realizar este trabajo de investigación.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	viii
Resumen	xi
Abstract	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	18
3.1. Tipo y diseño de investigación	18
3.2. Variable y operacionalización	19
3.3. Población y muestra	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
3.5. Procedimientos	23
3.6. Método de análisis de datos	28
3.7 Aspectos éticos	29
IV. RESULTADOS	30
V. DISCUSIÓN	66
VI. CONCLUSIONES	68
VII. RECOMENDACIONES	69
REFERENCIAS	70
ANEXOS	79
Matriz de consistencia	80
Validación de instrumentos	82
Informes de laboratorio, certificado de calibración y especificaciones técnicas	94
Actas	123
Porcentaje de similitud Turnitin	128
Panel fotográfico	129

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Composición química del microsílíce</i>	16
Tabla 2. <i>Operacionalización de variable</i>	20
Tabla 3. <i>Granulometría del agregado fino</i>	30
Tabla 4. <i>Peso unitario suelto del agregado fino</i>	31
Tabla 5. <i>Peso unitario compactado del agregado fino</i>	31
Tabla 6. <i>Contenido de humedad del agregado fino</i>	32
Tabla 7. <i>Peso específico del agregado fino</i>	32
Tabla 8. <i>Características físicas del agregado fino</i>	33
Tabla 9. <i>Granulometría del agregado grueso</i>	34
Tabla 10. <i>Peso unitario suelto del agregado grueso</i>	35
Tabla 11. <i>Peso unitario compactado del agregado grueso</i>	35
Tabla 12. <i>Contenido de humedad del agregado grueso</i>	36
Tabla 13. <i>Peso específico del agregado grueso</i>	36
Tabla 14. <i>Características físicas del agregado grueso</i>	37
Tabla 15. <i>Análisis granulométrico del agregado global</i>	38
Tabla 16. <i>Características físicas del agregado global</i>	39
Tabla 17. <i>Diseño de mezcla para $Ra/c = 0.33$ con 2.2% de superplastificante</i> ...	40
Tabla 18. <i>Diseño de mezcla para $Ra/c = 0.39$ con 2.2% de superplastificante</i> ...	40
Tabla 19. <i>Diseño de mezcla para $Ra/c = 0.49$ con 2.2% de superplastificante</i> ...	40
Tabla 20. <i>Diseño de mezcla patrón con 2.2% de superplastificante</i>	42
Tabla 21. <i>Diseño de mezcla patrón con 2.2% de superplastificante y 6% de microsílíce</i>	42

Tabla 22. <i>Diseño de mezcla patrón con 2.2% de superplastificante y 8% de microsílíce</i>	43
Tabla 23. <i>Diseño de mezcla patrón con 2.2% de superplastificante y 10% de microsílíce</i>	43
Tabla 24. <i>Medición de temperatura</i>	44
Tabla 25. <i>Medición del Slump</i>	45
Tabla 26. <i>Efecto de rotura a presión de la muestra patrón a 3 días</i>	46
Tabla 27. <i>Efecto de rotura a presión de la muestra patrón a 7 días</i>	46
Tabla 28. <i>Efecto de rotura a presión de la muestra patrón a 14 días</i>	46
Tabla 29. <i>Efecto de rotura a presión adicionando 6% de microsílíce a 3 días</i>	48
Tabla 30. <i>Efecto de rotura a presión adicionando 6% de microsílíce a 7 días</i>	48
Tabla 31. <i>Efecto de rotura a presión adicionando 6% de microsílíce a 14 días</i>	48
Tabla 32. <i>Efecto de rotura a presión adicionando 8% de microsílíce a 3 días</i>	50
Tabla 33. <i>Efecto de rotura a presión adicionando 8% de microsílíce a 7 días</i>	50
Tabla 34. <i>Efecto de rotura a presión adicionando 8% de microsílíce a 14 días</i> ...	50
Tabla 35. <i>Efecto de rotura a presión adicionando 10% de microsílíce a 3 días</i> ...	52
Tabla 36. <i>Efecto de rotura a presión adicionando 10% de microsílíce a 7 días</i> ...	52
Tabla 37. <i>Efecto de rotura a presión adicionando 10% de microsílíce a 14 días</i> .	52
Tabla 38. <i>Resumen de resultados de resistencia compresión</i>	52
Tabla 39. <i>Efecto de rotura a tracción de la muestra patrón a 3 días</i>	55
Tabla 40. <i>Efecto de rotura a tracción de la muestra patrón a 7 días</i>	55
Tabla 41. <i>Efecto de rotura a tracción de la muestra patrón a 14 días</i>	55
Tabla 42. <i>Efecto de rotura a tracción adicionando 6% de microsílíce a 3 días</i>	57
Tabla 43. <i>Efecto de rotura a tracción adicionando 6% de microsílíce a 7 días</i>	57

Tabla 44.	<i>Efecto de rotura a tracción adicionando 6% de microsílíce a 14 días ...</i>	57
Tabla 45.	<i>Efecto de rotura a tracción adicionando 8% de microsílíce a 3 días</i>	59
Tabla 46.	<i>Efecto de rotura a tracción adicionando 8% de microsílíce a 7 días</i>	59
Tabla 47.	<i>Efecto de rotura a tracción adicionando 8% de microsílíce a 14 días ...</i>	59
Tabla 48.	<i>Efecto de rotura a tracción adicionando 10% de microsílíce a 3 días ...</i>	61
Tabla 49.	<i>Efecto de rotura a tracción adicionando 10% de microsílíce a 7 días ...</i>	61
Tabla 50.	<i>Efecto de rotura a tracción adicionando 10% de microsílíce a 14 días ..</i>	61
Tabla 51.	<i>Resumen de resultados de resistencia tracción</i>	63
Tabla 52.	<i>Efecto de rotura a flexión adicionando 2.2% de microsílíce a 14 días ..</i>	64
Tabla 53.	<i>Efecto de rotura a flexión adicionando 6% de microsílíce a 3 días</i>	64
Tabla 54.	<i>Efecto de rotura a flexión adicionando 8% de microsílíce a 7 días</i>	64
Tabla 55.	<i>Efecto de rotura a flexión adicionando 10% de microsílíce a 14 días ...</i>	64

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Microsílice	13
Figura 2. Edificio Scotia Plaza, Toronto, 1988	13
Figura 3. Comparación y vista desde el microscopio	14
Figura 4. Gráficamente unidos al microsílice con el cemento	14
Figura 5. Procedimiento de obtención de microsílice	15
Figura 6. Lugar del banco de materiales Carapongo	23
Figura 7. Acopio de la piedra chancada de la “Cantera Carapongo”	24
Figura 8. Acopio de arena gruesa de la “Cantera Carapongo”	24
Figura 9. Horno para el secado de muestras	26
Figura 10. Medición de la temperatura del hormigón	26
Figura 11. Moldes listos a la espera del fraguado	27
Figura 12. Moldes desmoldados para ingresar a posa con agua	27
Figura 13. Proceso de rotura de concreto a compresión y tracción	28
Figura 14. Proceso de rotura de concreto a flexión	28
Figura 15. Gráfico de graduación del agregado fino	30
Figura 16. Gráfico de graduación del agregado grueso	34
Figura 17. Gráfico de graduación del agregado global	39
Figura 18. <i>Proyección de resistencia vs relación a/c</i>	41
Figura 19. Gráfico de graduación de la temperatura	44
Figura 20. Gráfico de graduación del slump	45
Figura 21. Proyección de rotura a presión de la muestra patrón a 28 días	47
Figura 22. Efecto de rotura a presión de la muestra patrón adicionando 2.2% de Euco 537, a cada edad	47

Figura 23. Proyección de rotura a presión adicionando 6% de microsílíce a 28 días	49
Figura 24. Efecto de rotura a presión de la muestra adicionando 6% de microsílíce, a cada edad	49
Figura 25. Proyección de rotura a presión adicionando 8% de microsílíce a 28 días	51
Figura 26. Efecto de rotura a presión de la muestra adicionando 8% de microsílíce a cada edad	51
Figura 27. Proyección de rotura a presión adicionando 10% de microsílíce a 28 días	53
Figura 28. Efecto de rotura a presión de la muestra adicionando 10% de microsílíce a cada edad	53
Figura 29. Resumen de efecto de rotura a compresión a cada edad	54
Figura 30. Proyección de rotura a tracción de la muestra patrón a 28 días	56
Figura 31. Efecto de rotura a tracción de la muestra patrón a cada edad, adicionando 2.2% de Euco 537	56
Figura 32. Proyección de rotura a tracción adicionando 6% de microsílíce a 28 días	58
Figura 33. Efecto de rotura a tracción de la muestra adicionando 6% de microsílíce, a cada edad	58
Figura 34. Proyección de rotura a tracción adicionando 8% de microsílíce a 28 días	60
Figura 35. Efecto de rotura a tracción de la muestra adicionando 8% de microsílíce a cada edad	60
Figura 36. Proyección de rotura a tracción adicionando 10% de microsílíce a 28 días	62

Figura 37. Efecto de rotura a tracción de la muestra adicionando 10% de microsílíce a cada edad	62
Figura 38. Resumen de efecto de rotura a tracción a edad 3, 7, 14 y 28 días	63
Figura 39. Efecto de rotura a flexión de la muestra adicionando 6%, 8% y 10% de microsílíce, al décimo catorce días	65

Resumen

Como objetivo de la investigación se analizó el comportamiento del concreto adicionando microsílíce y aditivo superplastificante, como reemplazo parcial del cemento en proporciones, en su estado fresco y endurecido. La metodología que se realizó: fue de tipo aplicada, tuvo un diseño de investigación experimental, un nivel explicativo y un enfoque cuantitativo. La muestra que se obtuvo, fue cada una de las 52 probetas realizadas en laboratorio. Los instrumentos que se utilizaron fueron fichas técnicas para recabar información. En cuanto a los resultados se tiene: Primero, respecto a su slump el efecto producido al adicionar microsílíce se tuvo; 8.9 cm, 7.8 cm, 7.9 cm y 7.9 cm. Segundo, su temperatura alcanzó medidas de 29.4 °C, 28 °C, 26.9 °C y 26.2 °C. Tercero, se obtuvo resistencia a compresión de 523 kg/cm², 538 kg/cm² y 542 kg/cm². Cuarto, se obtuvo una resistencia a compresión promedio de 602 kg/cm² a 14 días y de 822 kg/cm² proyectado a 28 días. Quinto, con 2.2% de superplastificante y 10% microsílíce a 14 días, se obtuvo 116 kg/cm² de resistencia a flexión. Se concluye que al adicionar microsílíce y que al cuantificar el material tiene una relación directamente proporcional con su resistencia, gradualmente aumenta y la resistencia llega a ser aceptable para poder ser usados en una construcción.

Palabras clave: concreto, resistencia, microsílíce, aditivo superplastificante.

Abstract

As an objective of the research, the behavior of concrete was analyzed by adding microsilica and superplasticizer additive, as a partial replacement of cement in proportions, in its fresh and hardened state. The methodology that was carried out: it was of an applied type, it had an experimental research design, an explanatory level and a quantitative approach. The sample obtained was each of the 52 test tubes made in the laboratory. The instruments used were technical files to collect information. Regarding the results, we have: First, regarding its slump, the effect produced when adding microsilica was had; 8.9 cm, 7.8 cm, 7.9 cm and 7.9 cm. Second, its temperature reached measurements of 29.4 ° C, 28 ° C, 26.9 ° C, and 26.2 ° C. Third, compressive strengths of 523 kg / cm², 538 kg / cm² and 542 kg / cm² were obtained. Fourth, an average compressive strength of 602 kg / cm² was obtained at 14 days and of 822 kg / cm² projected at 28 days. Fifth, with 2.2% superplasticizer and 10% microsilica after 14 days, 116 kg / cm² of flexural strength was obtained. It is concluded that when adding microsilica and that when quantifying the material has a directly proportional relationship with its resistance, it gradually increases and the resistance becomes acceptable to be used in a construction.

Keywords: concrete, resistance, microsilice, superplasticizer additive.

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo entero se han evidenciado muchos sismos, por tal motivo se ha venido investigando al concreto a profundidad, la comunidad científica y la industria del cemento intensificó su búsqueda en la mejora del desempeño del concreto. Para definir la problemática de la investigación, según Moncion (2016), “un concreto de alto desempeño con respecto al concreto normal, evidenció mejoras. Tan es así, que utilizando este concreto, se pudo realizar nuevas construcciones a mayor escala y a espacios reducidos, alcanzando elevadas resistencias” (2016, p. 13).

En américa latina la construcción tuvo un aumento debido al crecimiento poblacional, lo que llevó a realizar construcciones a mayor escala por tal motivo se tuvo que mejorar el concreto y se incorporaron nuevos materiales como el microsílíce que mejora la composición del concreto y con mejoras en sus propiedades mecánicas y durabilidad. Para, Cajilema y Morales nos dice:

En la construcción el uso de microsílíce genera aumento en su adherencia del hormigón fresco, reduce el rociado y reduce el volumen del material que rebota al ser aplicado en una superficie. Otras ventajas son mayor eficiencia de bombeo de concreto. (2020, p. 2).

En el Perú en los últimos años la infraestructura se ha visto muy deteriorada, por tal motivo en los últimos tiempos en el campo de la investigación se ha tratado de mejorar la tecnología de los materiales. En la región Lima el uso del microsílíce y aditivo superplastificante es cada vez más utilizado, para mezclas de hormigón en alto desempeño, donde sus características varían según al lugar de trabajo. Según García (2018), “los hormigones en alto rendimiento, resaltan su fuerza de presión, flexibilidad, trabajabilidad y cómo se comporta, en climas extremos” (p. 2).

En la Universidad Nacional Ingeniería se presenta un problema; realizar un diseño de mezcla patrón óptimo adicionando microsílíce y aditivo superplastificante, utilizando materiales de río de la cantera Carapongo. Y esto trae como consecuencia fisuras o agrietamientos en las construcciones y baja resistencia al concreto. Sin embargo, pueden ser solucionados mediante unos

estudios de suelos y ensayos mecánicos realizados en laboratorio muy cuidadosamente, evitando así daños colaterales o decesos fatales.

Para la formulación del problema, Valderrama nos dice:

Un planteamiento de un problema se encamina mediante una pregunta concerniente a las variables en estudio; donde se especifica a detalle la variable. Se formula con tres interrogantes como mínimo, la primera se obtiene de la problemática en general y el resto de las específicas. (2013, p.131).

Con respecto al problema general, se planteó lo siguiente: ¿En qué forma al concreto de alta resistencia adicionando microsilíce y aditivo superplastificante influyó a sus propiedades físico - mecánica, Lima - 2020?

Y como problemas específicos se tiene:

¿Qué efectos produjo al slump en estado fresco de un concreto de alta resistencia al adicionar microsilíce y aditivo superplastificante Euco 537, Lima - 2020?, ¿Qué efectos produjo a su temperatura en estado fresco de un concreto de alta resistencia al adicionar microsilíce y aditivo superplastificante Euco 537, Lima - 2020?, ¿Qué efectos produjo a las propiedades en estado endurecido de un concreto de alta resistencia al adicionar 2.2% de aditivo superplastificante Euco 537, Lima - 2020?, ¿Qué efectos produjo a las propiedades en estado endurecido de un concreto de alta resistencia al adicionar 0%, 6%, 8% y 10% de microsilíce, Lima - 2020?, ¿Qué efectos produjo la dosis adecuada a las propiedades de un concreto de alta resistencia al adicionar microsilíce y aditivo superplastificante Euco 537, Lima - 2020?

En cuanto a las justificaciones de la investigación, la justificación teórica menciona que todas las teorías relacionadas al tema y las comparaciones de otros autores sobre la mejora del concreto adicionando microsilíce y aditivo superplastificante, nos dio un mejor panorama para el progreso del estudio. En cuanto a la justificación práctica el presente trabajo tuvo como fin analizar el comportamiento del hormigón y con su particularidad, que se aplicó humo de sílice y un superplastificante Euco 537 como aditivo, donde mejoró sus propiedades físico mecánica y así llegó a ser un concreto de alta resistencia. Del mismo modo, la justificación metodológica en busca de la confiabilidad en esta

investigación, se realizó ensayos con ayuda de hojas de cálculo, para recopilar información, y ayuda de herramientas para medir las dimensiones e indicadores, y fue evaluado por expertos en la materia para validar estas hojas de cálculo. Por otro lado, la justificación social nos permitió alcanzar información esencial de los beneficios y aportes a la sociedad, para mejorar su infraestructura. Finalmente, la justificación económica es importante, esta investigación por dejar un antecedente para la mejora del concreto y a la vez dejar un antecedente costo beneficio a la sociedad.

Así mismo se planteó el siguiente objetivo general: Analizar al concreto de alta resistencia adicionando microsílíce y aditivo superplastificante para mejorar sus propiedades físico - mecánica, Lima - 2020.

Como objetivos específicos se planteó lo siguiente:

Determinar los efectos que produjo al slump en estado fresco de un concreto de alta resistencia al adicionar microsílíce y aditivo superplastificante Euco 537, Lima - 2020. Determinar los efectos que produjo a su temperatura en estado fresco de un concreto de alta resistencia al adicionar microsílíce y aditivo superplastificante Euco 537, Lima - 2020. Determinar los efectos que produjo a las propiedades en estado endurecido de un concreto de alta resistencia al adicionar, 2.2% de aditivo superplastificante Euco 537, Lima – 2020. Determinar los efectos que produjo a las propiedades en estado endurecido de un concreto de alta resistencia al adicionar 0%, 6%, 8% y 10% de microsílíce, Lima - 2020. Determinar los efectos que produjo la dosis adecuada a las propiedades de un concreto de alta resistencia al adicionar microsílíce y aditivo superplastificante Euco 537, Lima - 2020.

Por último, en la hipótesis general se planteó lo siguiente: El análisis del concreto de alta resistencia adicionando microsílíce y aditivo superplastificante determine sus propiedades físico - mecánica, Lima - 2020.

Como hipótesis específicas se planteó lo siguiente: La adición de microsílíce y aditivo superplastificante Euco 537 mejora el slump en estado fresco de un concreto de alta resistencia, Lima - 2020. La adición de microsílíce y aditivo superplastificante Euco 537 mejora su temperatura en estado fresco de un concreto de alta resistencia, Lima - 2020. La adición de aditivo superplastificante

Euco 537 en 2.2% mejora la resistencia a compresión, tracción y flexión de un concreto de alta resistencia, Lima - 2020. La adición de microsílíce en 0%, 6%, 8% y 10% mejora la resistencia a compresión, tracción y flexión de un concreto de alta resistencia, Lima - 2020. La adición de microsílíce y aditivo superplastificante Euco 537 mejora con la dosis adecuada sus propiedades de un concreto de alta resistencia, Lima - 2020.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Antecedentes Internacionales

Según Cajilema y Morales (2020), en su tesis titulada “Incidencia del Microsílíce en el diseño de hormigón de alta resistencia”, tesis para obtener título en ingeniería civil de la Universidad Central de Ecuador, su objetivo principal, observar el comportamiento del hormigón con alta tenacidad, mediante las sustituciones de 2% de superplastificante y porcentajes de microsílíce de 3%, 6%, 9% y 12% con la finalidad de hallar el porcentaje óptimo con el cual las mezclas mejoran sus propiedades físico mecánicas y así poder implantar una comparación entre un hormigón convencional y un hormigón con microsílíce. Aplicó la metodología experimental con la realización de ensayos normados y se realizaron ensayos a compresión, flexión, tracción indirecta y adherencia se los realizó a cada edad. Donde los resultados a compresión obtenidos a 7 días valores como: 623 kg/cm², 567.6 kg/cm², 566 kg/cm², 454.5 kg/cm². permitieron encontrar un porcentaje óptimo el cual fue del 3% de microsílíce. La tracción en 28 días obtuvo un valor promedio de 63.83 kg/cm². La flexión en 28 días obtuvo 99.22 kg/cm². Por último, sus conclusiones explican que se evidenció que el uso de microsílíce es factible ya que el hormigón mejora considerablemente sus propiedades físico-mecánicas. Al incorporar 6% y 9% de microsílíce encontró un 17.8% y 7% respectivamente de incremento.

Al respecto Canul (2017), en su tesis titulada “Uso de aditivos químicos para mejorar la durabilidad de concretos de alto desempeño con humo de sílice”,

tesis para alcanzar nivel máster en ciencias, de la Universidad Autónoma Nuevo León, su objetivo principal investigar hormigones a 50 años de edad de utilidad. Aplicó la metodología experimental donde investigó la pasta cementante en su proceso de hidratación del conglomerado de cemento mediante el ejemplo de Powers-Jensen y su exploración del termogravimétrico en la optimización de sus valores cementantes y así poder notar el comportamiento del aditivo y polímeros. La población en estudio son 3 aditivos de última generación. Donde los resultados obtenidos permitieron encontrar un porcentaje óptimo el cual fue del 3% de microsílíce como reemplazo parcial al peso del cemento en el hormigón. Por último, sus conclusiones explican que: primero, el porcentaje de complemento preciso del microsílíce a utilizar hidróxido de calcio en la mezcla es 9.5% conforme al estudio de termogravimétrico. Segundo, el H₂O con sus características químicas se entrelazan con el cemento, donde la relación agua cemento de 0.40 es 23 g/g y 1 de hidratación. Tercero, el H₂O se entrelaza químicamente con el microsílíce con su relación Ca/Si en 1.5, químicamente reduce de 19.67 ml de dióxido de silicio. Cuarto, la disminución química del cemento y 9.5% de microsílíce. Con relación agua cemento de 0.40 fue 7.54 ml/100g del peso del cemento.

Antecedentes ingles

Según Hofgard y Sundkvist (2020), en su tesis titulada “Hormigón mejorado para la industria de la ingeniería civil”, tesis para alcanzar nivel máster en ciencias, del Instituto Real de Tecnología, tuvo como objetivo investigar si el hormigón con aglutinantes alternativos cumple las regulaciones establecidas por las normas suecas y cómo el hormigón con aglutinantes alternativos afecta los parámetros del material. Aplicó la metodología experimental donde las mezclas de hormigón se dividieron en tres tipos diferentes de hormigón: hormigón para puentes (relación a / c 0,40), estructuras hidroeléctricas (relación a / c 0,45) y cimientos de plantas de energía eólica (relación a / c 0,55). Se moldearon un total de siete mezclas de hormigón en un laboratorio y las mezclas de hormigón se investigaron en las tres etapas de endurecimiento del hormigón: fresco, joven y endurecido. Los parámetros

del material analizados fueron resistencia a la compresión, contracción, resistencia a las heladas, trabajabilidad, huecos de aire y desarrollo de temperatura. Más allá de las pruebas experimentales, se realizó una comparación del potencial de calentamiento global (GWP) para comparar la reducción de GWP para cada mezcla de concreto en comparación con un concreto de referencia para cada área de uso. La mezcla que contiene un cemento de cenizas volantes CEM II / AV y un 15% de GGBS mostró un gran potencial con respecto a los diferentes parámetros del material. Esta mezcla, sin embargo, de acuerdo con las normas suecas, no es posible certificar para estructuras en la clase de exposición XF4, como puentes, pero es posible certificar para estructuras en la clase de exposición XF3. como cimientos de plantas de energía eólica. La mezcla que contiene 30% GGBS y 5% de humo de sílice también mostró propiedades beneficiosas, pero se requieren superplastificantes en esta mezcla para asegurar una buena trabajabilidad. Donde los resultados obtenidos para las estructuras hidroeléctricas, la mezcla que contiene 35% de GGBS mostró una gran resistencia a la compresión, pero un desarrollo a alta temperatura y baja trabajabilidad. La mezcla que contenía tras tuvo un desarrollo a temperatura notablemente baja, pero con un aumento de la contracción y baja trabajabilidad. Además, todas las mezclas de hormigón mostraron una resistencia a las heladas que, según la norma, se clasifica como "Muy buena". Por último, sus conclusiones muestran propiedades mejoradas en comparación con el hormigón de referencia. En cuanto a las otras mezclas de hormigón que contienen GGBS, la cantidad de GGBS podría haberse disminuido mediante el uso del principio del valor k incrementado, disminuyendo así el desarrollo de temperatura. En cuanto a la baja trabajabilidad, se podría haber mejorado con la adición de superplastificantes. Ambas mezclas de hormigón cumplen con los requisitos de las normas suecas con respecto a las composiciones de hormigón certificadas en la industria actual.

Al respecto Lee (2018), en su tesis titulada "Establishing Performance Limits at Ages that Are Appropriate for SCM Concretes", tesis para alcanzar el nivel máster en ciencias, de la Universidad de Toronto, su objetivo de esta

investigación, fue el encontrar una relación estadística a los 28 y 56 días de edad para resistencias del hormigón y clasificaciones de permeabilidad y para determinar los valores mínimos requeridos para 28 días, que cumpliría con las propiedades de diseño de MTO HPC a los 56 días y esta investigación se dividió en tres etapas. Aplicó la metodología experimental donde se probaron quince mezclas de concreto hechas con agua a proporciones de material cementoso de 0.33 (Etapa 1 y 2) y 0.4 (Etapa 3) y con 25%, 35% y 50% de escoria, para determinar su tenacidad rápida en cloruros (RCPT), resistividad aparente en 28 como a 56 días. Además, se utilizaron tres fuentes diferentes de cemento y escoria. Los cilindros de hormigón también se produjeron en una planta de hormigón y se curaron en el laboratorio de la Universidad de Toronto y se probaron para las mismas propiedades. Estas mezclas también se probaron en cuanto a asentamiento, densidad y contenido de aire antes de la colada. Esta investigación involucró tres etapas. En la Etapa 1, se observaron las tendencias generales del desarrollo del concreto con diferentes fuentes de cemento y niveles variables de reemplazo de escoria. En la Etapa 2, dos de las mezclas de la Etapa 1 se refundieron por triplicado para obtener datos de variabilidad y establecer estadísticas. En la Etapa 3, se seleccionaron dos diseños de mezcla diferentes basados en un gran conjunto de datos obtenido de una empresa de concreto premezclado a partir de mezclas de producción, donde el rendimiento se había probado a los 28 y 56 días. Donde todos los resultados de las pruebas cumplieron con los requisitos del MTO. En los ensayos de las Etapas 1 y 2 con $465 \text{ kg} / \text{m}^3$ de contenido total de material cementoso, el requisito de resistencia se alcanzó antes de los 28 días y en la mayoría de los casos a los 7 días. Estas mezclas no mostraron un desarrollo significativo de resistencia entre los 28 días y los 56 días. En comparación con estas mezclas, la Mezcla # 9 (el concreto moldeado en CBM) con $425 \text{ kg} / \text{m}^3$ de contenido total de materiales cementosos tuvo un mejor desempeño a los 56 días. Con hormigones que contienen $385 \text{ kg} / \text{m}^3$ de contenido total de material cementoso, las resistencias fueron aun significativamente superiores a 40 MPa a los 28 días.

De acuerdo con los resultados de este estudio experimental, se pudo observar que se están suministrando hormigones con contenidos de material cementoso mucho más altos que los requeridos para cumplir con el desempeño de resistencia, e incluso mezclas con solo $385 \text{ kg} / \text{m}^3$ de contenido total de material cementoso superó los requisitos de HPC de MTO. Por último, sus conclusiones en las tres etapas de las pruebas, todas las resistencias a la compresión estuvieron muy por encima de los 40 MPa del MTO requisito de concentración de HPC tanto a los 28 días como a los 56 días. Se observó claramente que las relaciones de todas las mezclas entre 28 días y 56 días dependían del contenido total de material cementoso y el nivel de reemplazos de material cementoso suplementario. Por lo tanto, los requisitos de desempeño para edades tempranas del MTO dieron como resultado que los proveedores y contratistas utilicen humo de sílice y aumentar el contenido total de materiales cementosos, haciendo que las mezclas de HPC sea más susceptibles a problemas de agrietamiento.

Según Alshammari (2018), en su tesis titulada "The effect of nano silica on porosity and strength", tesis para alcanzar nivel máster en ciencias, de la Universidad de Dayton, su objetivo de esta investigación es el efecto de la nano-sílice en ambas porosidades y fuerza. Aplicó la metodología experimental donde se ejecutó prueba a presión y a su porosidad, el nano-SiO₂ varía de 0 a 3% (0%, 0,5%, 1%, 2%, 3%) con el porcentaje fijo de humo de sílice en 0,4%. Además de estas pruebas, se realizó una prueba base que no incluía SF ni nano-SiO₂. Sin embargo, para la prueba de flexión, solo se prueban el 0% y el 1% de nano-SiO₂ (1% es el porcentaje óptimo para la prueba de porosidad). Además, se analiza una muestra, que no incluye SF ni nano-SiO₂. Donde los resultados evidencian el incremento en su resistencia a compresión del nano-SiO₂, pero este aumento se detiene después de alcanzar el 2%. La porosidad disminuye cuando aumenta el porcentaje de nano-SiO₂. Sin embargo, tal disminución se detiene después de alcanzar el 1%. Un aumento del 0,5% de nano-SiO₂ contribuye a reducir la porosidad en un 40%, en comparación con una muestra que tiene un 4% de humo de sílice y un 0% de nano-SiO₂. Sin embargo, un aumento del 1%

de nano-SiO₂ contribuye a reducir la porosidad en solo un 2,4% porque las partículas de nano-SiO₂ son más beneficiosas en la capa superficial. Por último, sus conclusiones explican que la mayoría de las partículas de nano-SiO₂ que se encuentran en las capas centrales son redundantes porque la capa superficial aumenta suficientemente la porosidad. La resistencia a la flexión parece aumentar con el porcentaje creciente de nano-SiO₂, en comparación con el 4% del humo de sílice y el 0% de la muestra de nano-SiO₂.

Según Song (2016), en su tesis titulada "Hormigón de alto rendimiento y ultra alto rendimiento con materiales disponibles localmente de Saskatchewan", tesis para alcanzar nivel máster en ciencias, de la Universidad de Saskatchewan, tuvo como objetivo principal determinar si es posible producir hormigón de alta resistencia (HPC), hormigón de muy alta resistencia (VHPC) y hormigón de ultra alta resistencia (UHPC) que tengan combinaciones únicas de resistencia, congelación-descongelación durabilidad y facilidad de colocación a costos competitivos utilizando materiales disponibles localmente en Saskatchewan. Con respecto a su metodología menciona que para su desarrollo de HPC y VHPC / UHPC, se utilizó un diseño experimental estadístico para realizar diseños experimentales, analizar los modelos de ajuste y optimizar múltiples respuestas. El procedimiento se implementó utilizando el software Design-Expert Versión 9.0. En este proyecto se investigaron siete materiales para la fabricación de hormigón, a saber: agua, cemento, humo de sílice, harina de sílice, arena fina, fibra de acero y superplastificante (SP). Se midieron cuatro propiedades diferentes, presión, penetración por división, contenido de aire del hormigón endurecido y la prueba del cono de flujo. Donde los resultados obtenidos de estas pruebas, se encontró que se logró el objetivo de desarrollar un material HPC con las propiedades especificadas (valor de dispersión del cono de flujo = 274 mm y, después de 28 días, las propiedades obtenidas fueron: con una tenacidad de 82 MPa, a penetración por división de 23 MPa y contenido de aire = 6%). Se obtuvo el objetivo de fabricar VHPC con las propiedades especificadas (valor de dispersión del cono de flujo =

274 mm y, después de 28 días, las propiedades obtenidas fueron: a compresión $f_c = 102,4$ MPa y a tracción por división $f_t = 23$ MPa) independientemente del contenido de aire. Por último, sus conclusiones explican que los análisis mostraron claramente que sería imposible producir un UHPC con una presión de carga a 28 días superior a 150 MPa utilizando los ingredientes de la mezcla y los procesos de fabricación adoptados en este estudio.

Antecedentes Nacionales

Al respecto Vega (2019), en su tesis titulada “Evaluación experimental del uso de microsílíce para la elaboración de concreto de alta resistencia”, tesis para obtener grado en ingeniería civil, Universidad de Piura, su objetivo, utilizar microsílíce como reemplazo parcial al peso del cemento y obtuvo así obtener un hormigón de alto desempeño. Aplicó la metodología experimental para la realización del hormigón de alto desempeño. Uso ACI 211.4R, realizó una muestra patrón con 0 % de humo de sílice y después adiciono 10%, 15% y 20% de humo de sílice y regular su aditivo superplastificante a dos mezclas. Posteriormente se evaluó el hormigón en su estado fresco y se determinó su temperatura, peso unitario y asentamiento (Slump). Con respecto al material se extrajo conglomerado fino del banco de materiales “Chulucanas” y conglomerado grueso del banco de material “Sojo”, ubicado en Sullana. Por último, los resultados obtenidos en laboratorio; en su condición fresca tuvo asentamiento de 3” en un inicio y 4” de las dos últimas, para su temperatura llegó a valores de 29.8°C, 27.9°C, 24.1°C y 20.8°C respectivamente y en su condición de endurecimiento y con un reemplazo parcial de 10% de humo de sílice, respecto al cemento, fue de 502 kg/cm². En conclusión, influye a su comportamiento del hormigón el tiempo y orden del mezclado. Cabe resaltar que la mejor adición de reemplazo parcial al cemento, fue de 10% de humo de sílice.

Según García (2018), en su tesis titulada “Concreto de alto desempeño utilizando hormigón con adición de microsílíce y superplastificante en la ciudad de Huancayo”, tesis para obtener grado en ingeniería civil, de la Universidad Nacional del Centro del Perú tuvo como objetivo hallar la mejor

adición de microsíllica y superplastificante, para obtener el óptimo desempeño del hormigón en su condición fresca y endurecida. Aplicó la metodología experimental, se preparó dosificaciones de 4%, 6% y 8% de humo de sílice y 0.8%, 1.2% y 1.6%, con relaciones de agua cemento de agua/cemento a 0.30, 0.35 y 0.40, un total de 30 diseños. La población de probetas se realizó con material de la cantera Huamancaca Chico. Como resultados se tiene en estado fresco, 5 /3/5" de asentamiento, 2425.4 kg/m³ de peso unitario, 0.7% de contenido de aire, 0.7% de exudación y en estado endurecido 793.8 kg/cm² a compresión, 142.7 kg/cm² a tracción y 16.2 kg/cm² a flexión. Por último, sus conclusiones mencionan que la mejor dosis es 1.6% de superplastificante y 6% de humo de sílice.

Según Pachacútec y Vilca (2018), en su tesis titulada "Estudio comparativo de la determinación de propiedades de resistencia en el concreto utilizando micro y nano sílice con agregados de la cantera Cutimbo - Puno", tesis para obtener grado en ingeniería civil de Universidad Nacional del Altiplano, su objetivo comparar micro y nano sílice, utilizando el mismo material en ambos productos y analizar sus propiedades de en resistencia y costos. Aplicó la metodología experimental, utilizó cemento tipo IP puzolánico y basándose en ACI 211.1 para el diseño de mezcla. La población es el agregado es de la cantera "Cutimbo". Donde los resultados obtenidos en laboratorio adicionando microsíllice en 5%, 10% y 15%, obtuvo a 7 días 342 kg/cm², 364.55 kg/cm² y 344.46 kg/cm², a 14 días obtuvo 479.56 kg/cm², 486.63 kg/cm², y 483.67 kg/cm², a 28 días obtuvo 520.5 kg/cm², 570.95 kg/cm², 552.2 kg/cm², respectivamente. Por último, sus conclusiones explican: la mayor resistencia al vigésimo octavo día fue 570.95 kg/cm² al 10% de microsíllice y 540.54 kg/cm² incorporando nanosíllice al 1.5%.

Según Cruz (2017), en su tesis titulada "Concreto de alto desempeño con reemplazo parcial del cemento por microsíllice utilizando aditivo superplastificante en la región de Puno", tesis para obtener grado en ingeniería civil, en la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, tuvo como objetivos, el diseño patrón respete los requisitos previos al desarrollo del hormigón de alto desempeño. Aplicó la metodología experimental donde

al desarrollar el diseño de mezcla patrón se obtuvo el 1.5% de aditivo respecto al peso del cemento. El porcentaje de microsíllica adicionado es 5%, 7.5% y 10% respecto al peso del cemento. La población es con agregados lavado de la cantera "Isla". Donde sus resultados indican que su alto desempeño a compresión es de 526.60 kg/cm², 571.26 kg/cm² y 670.25 kg/cm²; en flexión es de 60.71 kg/cm², 66.27 kg/cm² y 71.52 kg/cm² y módulo de elasticidad es 233,817.10 kg/cm², 238,260.50 kg/cm² y 260,411.80 kg/cm². Por último, se concluye, que el objetivo de incrementar sus valores de desempeño al hormigón mejoró al aumentar el humo de sílice.

Al respecto Sangay (2017), en su tesis titulada "Influencia de aditivo Euco 1037 en la resistencia a compresión de un concreto de f'c=350 kg/cm²-Cajamarca" tesis para obtener grado en ingeniería civil, de Universidad Nacional de Cajamarca, su objetivo investigar influencia del aditivo superplastificante según especificaciones técnicas, al realizar el reemplazo 1.2%, 1.4% y 1.7%, en relación al peso del cemento en una resistencia de f'c=350 kg/cm². Aplicó la metodología experimental, donde se procedió a diseñar el hormigón patrón con materiales procedentes de la cantera Rio Chontas, y en su estado endurecido, a realizar los ensayos a compresión, según normas ASTM y NTP. Donde sus resultados obtuvieron a 7 días una resistencia a compresión de 264.70 kg/cm², 309.58 kg/cm², 325.65 kg/cm² y 368.73 kg/cm² respectivamente. Y a 28 días obtuvo, 262.06 kg/cm², 392.96 kg/cm², 407.66 kg/cm² y 426.34 kg/cm². Por último, sus conclusiones explican: la resistencia del hormigón de alto desempeño utilizando aditivo Eucon 1037 mejora sus propiedades.

2.2. Bases Teórica:

A continuación, se presentan teorías, conceptos y definiciones básicas referidas a mi tema de investigación para dar un mejor entendimiento del mismo. Como variable independiente se tiene al microsíllice y aditivo superplastificante y como variable dependiente al concreto alta resistencia.

2.2.1. Microsíllice

2.2.1.1. Concepto

Se define al microsílíce como “el residuo que deja los hornos eléctricos de la planta de procesamiento de aleaciones, por ejemplo, el ferrosilicio. Este residuo se ubica en la pared de los conductos, al momento de emanar los gases en plena combustión” (Toxement, 2016, “Microsílíce”, párr.1).



Figura 1. Microsílíce

2.2.1.2. Historia

El humo de sílice en los años 50 se usó para los hormigones en Noruega por primera vez. Su empleo en el Perú se ha limitado a ensayos de laboratorio, especialmente en LEM-UNI donde se ha llegado a obtener 1500 kg/cm² a 90 días de resistencia. (Rivva, 2010, p.211).



Figura 2. Edificio Scotia Plaza, Toronto, 1988.

2.2.1.3. Características

Específicamente el microsílíce o humo de sílice está compuesto fundamentalmente de SiO_2 . Su dimensión es con proximidad de 1/100, respecto al cemento en general.

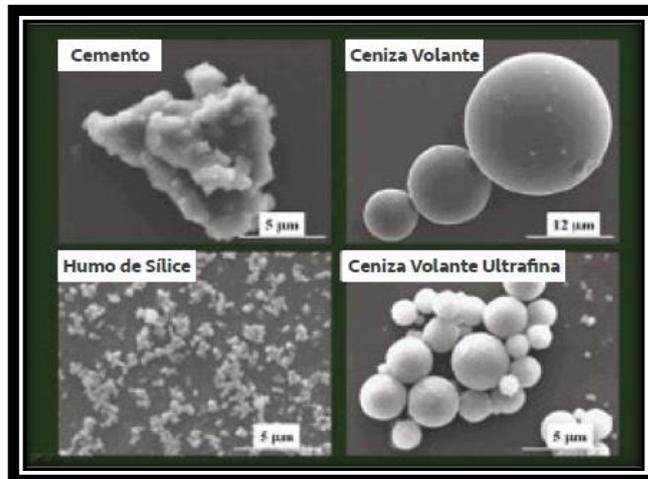


Figura 3. Comparación y vista desde el microscopio

Al ser tan menudo y tener altas cantidades de dióxido de silicio, la microsílíce reacciona muy bien, al uso en el hormigón. Esto debido, a que ocupa el espacio dejado entre las partículas de cemento.

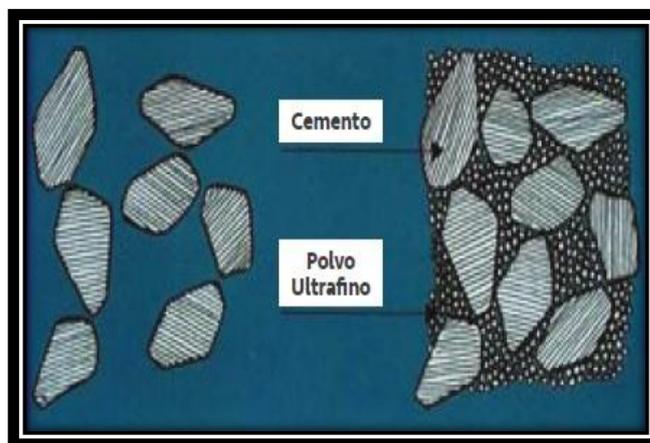


Figura 4. Gráficamente unidos al microsílíce con el cemento

2.2.1.4. Producción

La microsílíce se obtiene: se coloca, cuarzo, astillas de madera y carbón, en hornos eléctricos a altas temperaturas

aproximadamente a 2000 °C, obteniendo así el silicio metálico, Después el humo o gas producido al calentar la materia prima, pasa por un filtro, donde disminuye la temperatura y se densifica, obteniendo la microsílíce.

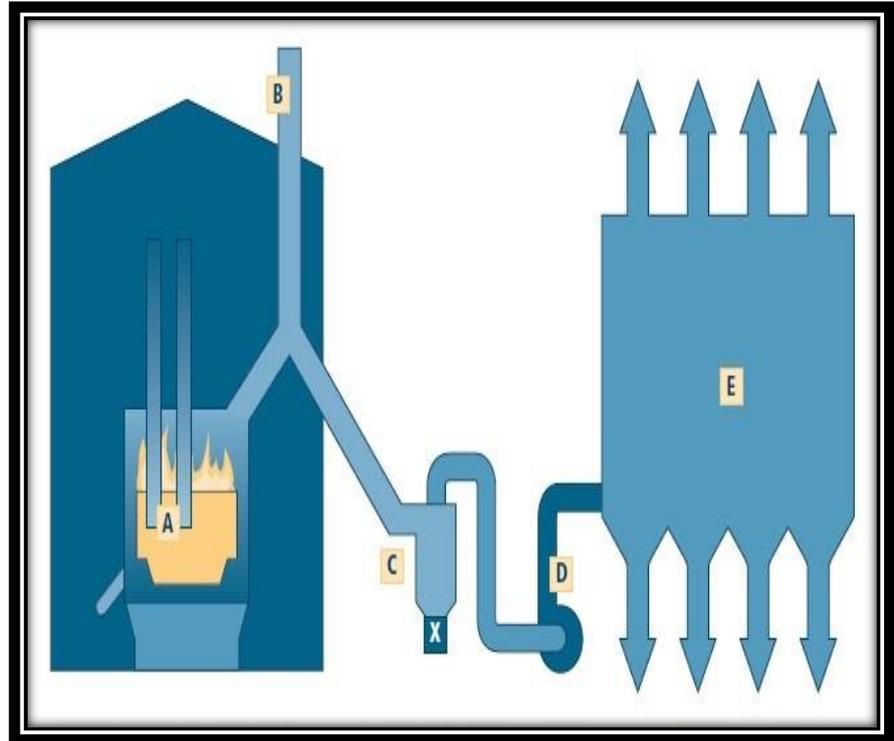


Figura 5. Procedimiento de obtención de microsílíce

2.2.1.5. Tipos de microsílíce

Se dividen en cuatro, las cuales son:

- Microsílíce no densificadas
- Microsílíce densificadas
- Microsílíce peletizadas
- Lechadas de microsílíce

2.2.1.6. Propiedades físicas

Los microsílíce tiene un color gris, se dice que tiene este color por las altas cantidades de carbón en el horno de producción y su apariencia es de un polvo muy fino, con una densidad de 2.2 kg/l. y viene en una bolsa de 25kg.

2.2.1.7. Propiedades químicas

Este subproducto se compone químicamente. En su composición tiene cantidades altas de dióxido de silicio. En la siguiente tabla se mostrará su la composición química:

Tabla 1. *Composición química del microsílíce*

DENOMINACIÓN	%
SiO ₂	90.0 – 93.
Al ₂ O ₃	0.5 – 0.6
MgO	0.3 – 0.5
Fe ₂ O ₃	3.4 – 0.5
Na ₂ O	0.1 – 0.3
CaO	0.5 – 0.8
C	1.3 – 3.6
K ₂ O	1.0 – 1.2
SO	0.4 – 1.3
S	0.1 – 0.2
C + S	1.4 – 3.8
H ₂ O	0.0 – 4.8

Fuente: propio del autor

2.2.2. Aditivo superplastificante

2.2.2.1. Concepto

Puntualmente se usó el aditivo reductor de agua Euco 537 y es utilizado en climas cálidos. Es un reductor de agua, este superplastificante permite disminuir la cantidad de cemento para hormigones con plasticidad elevada. (Rivva, 2010, p.171)

2.2.2.2. Aplicación

El uso del concreto con aditivos superplastificantes, nos permite emplear en las siguientes aplicaciones:

Hormigones con poca relación agua / cemento

Una constante trabajabilidad con la mezcla

Vaciado de hormigón en climas cálidos o templados

Hormigones premezclados

Producción de concretos a resistencia mayores

2.2.2.3. Uso

Específicamente el uso del aditivo superplastificante Euco 537 obedece a las especificaciones recomendadas por el fabricante, en este caso en particular se obtuvo de la empresa Química Suiza.

2.2.2.3. Ventajas

Se mantiene a temperatura ambiente el asentamiento (Slump) y mejora el desempeño del hormigón, siempre en cuando obedeciendo las especificaciones técnicas.

2.2.3. Concreto alta resistencia

Un concreto alta resistencia, esto es gracias a la incorporación de un mineral con el nombre de microsílíce y un superplastificante, siendo este un aditivo químico.

2.2.4. Tipos de cemento

Existen 5 tipos de material cementante: Primero, el cemento Portland normal tipo I, II y V, hace caso a NTP 334.009 o ASTM C 595. Segundo se tiene a los cementos puzolánicos tipo IP y IPM, hace caso a la norma NTP 334.090 o ASTM C 595.

2.3. Enfoques conceptuales:

2.3.1. Microsílíce

Es un polvo muy fino de color gris, con relación 1/100 respecto al material cementante, obtenido de la decantación del humo de chimeneas producido en altos hornos a temperaturas superiores a 2000°C. Su composición química del microsílíce es SiO₂.

2.3.2. Aditivo superplastificante

Tiene una apariencia líquida de color marrón oscuro y su función es reducir el H₂O a la mezcla.

2.3.3. Concreto

Es material también conocido como hormigón y está compuesto en proporciones por cemento, áridos (agregados), agua y en algunos casos aditivos.

2.3.4. Agregado

Es un material que se extrae de las canteras o bancos de materiales que es producto del arrastre de ríos y se conforma entre arena y piedra. En el rubro de la construcción se clasifica entre agregado grueso y fino.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo:

Se le considera “operante”, “de fácil uso”, “proactivo” o “experimental”. Esta asociada a una investigación básica, debido que depende de hallazgos y contribuciones teóricas para efectuar la solución de inconvenientes, con el propósito de crear bienestar en la sociedad. (Valderrama, 2013, p.164).

El proyecto se desarrolló mediante un tipo de investigación aplicada, porque de alguna manera se emplean teorías, conocimientos y descubrimientos ya transmitidos, tan solo se ponen a prueba mediante su utilización.

Diseño de investigación:

Los anteproyectos que son para experimentar, se usan cuando el que investiga procura identificar el posible resultado de un causal previamente manipulado (Hernández, Fernández y baptista, 2010, p.122).

Para el estudio, se manejó un proyecto experimental, porque hubo manipulación en las variables, es decir, cumplió con las condiciones para la

ejecución del experimento. Además, los experimentos tienen una relación de causa - efecto describiendo de qué forma o cómo es que pasa el fenómeno. También se mantuvo un pre y post análisis para obtener datos e información para llevarla a comparación de resultados.

Nivel:

El objetivo de este grado fue de entender las diferentes realidades, atribuyendo el registro previo, descripción, estudio de la manera como entendemos al factor de origen y el desarrollo del fenómeno (Palella y Martins, 2012, p.93).

El presente trabajo maneja un nivel de investigación explicativa porque como se manifestó respecto al diseño experimental, este busca encontrar la relación causa - efecto, por lo cual la explicación de qué o cómo ocurre el fenómeno y que ocurrencias tiene, es necesario el desarrollo del estudio.

Enfoque de estudio:

Se toma en cuenta las definiciones extraídas de las hipótesis, el valor en números se convierte de las mediciones que son estudiadas para consolidar la existencia de la materia y para determinar con los resultados obtenidos, el posterior uso (Borja, 2016, p.11).

En la presente investigación con respecto al enfoque del estudio se obtuvo resultados numéricos para contrastar los objetivos de la investigación y poder dar soluciones a la problemática, por ello se maneja un enfoque cuantitativo por la relación numérica que se realizó.

3.2. Variable y operacionalización

Variables:

La definición de sus características propias, faceta, medida y magnitud de la variable, asume una variedad del valor (Behar, 2008, p. 53).

En la investigación se debe tener variables consistentes, las cuales se pretendió relacionar o verificar su incidencia una de otra para poder obtener

buenos resultados. A continuación, se mencionan las variables correspondientes a mi investigación:

Variable independiente: Microsílice y aditivo superplastificante.

Variable dependiente: Concreto alta resistencia.

Operacionalización de las variables:

En el estudio científico se empleó esta técnica por el cual se atribuye al desarrollo de la transformación de la variable con definiciones abstractas a hechos definidos, perceptibles y con valores para mensurar o dimensionar (Arias, 2012, p. 62).

El fin de realizar una operacionalización de las variables fue ordenar, analizar, procesar y medir las variables respecto a sus dimensión e indicador.

Tabla 2. Operacionalización de variable

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	INSTRUMENTO
Variable Independiente: Microsílice y aditivo superplastificante	Para Hernández, Fernández y Baptista (2014), "La definición, se aplica a todo ser vivo, objeto, acontecimiento y procesos dependiente de una variable" (p. 105)	El microsílice y aditivo superplastificante Euco 537 modifica sus propiedades del concreto.	Adicionar un % microsílice	6%	Ficha de especificación técnica
				8%	
				10%	
			Adicionar un % de aditivo superplastificante Euco 537	2.2%	Ficha de especificación técnica
Variable Dependiente: Concreto alta resistencia	Para Hernández, Fernández y Baptista (2014), "las variables ganan importancia al estudio científico se vincula a otra variable, vale decir, es parte de la teoría o hipótesis" (p. 105)	Se realizó ensayos en laboratorio como resistencia a la compresión, tracción y flexión, como fin de obtener sus propiedades del concreto	Propiedades en estado fresco	Slump	Cono Abrams & Ficha técnica
				Temperatura	Termómetro & Ficha técnica
			Propiedades en estado endurecido	Resistencia a la compresión	Prensa Hidráulica & Ficha técnica
				Resistencia a la tracción	Prensa Hidráulica & Ficha técnica
				Resistencia a la flexión	Prensa Hidráulica & Ficha técnica

Fuente: propio del autor

3.3. Población y muestra

Población:

Se define ya sea personas o el universo en sí, puede tomar como referente a diferentes elementos causales que estimamos conocer con el fin de averiguar sus particularidades y de las cuales se obtendrá validez, con los resultados concluidos al estudio (Balestrini, 2006, p. 137).

Mi población en el presente trabajo fue de 52 probetas para la realización de los ensayos respectivos.

Muestra:

En un estudio cuantitativo, se tuvo como referente al muestreo de un grupo de habitantes representativos para obtener datos. Los resultados que se obtienen del muestreo estadístico representado, influyen para que el que realiza el estudio tome con interés el generalizar a personas o al universo en sí lo que se concluyó (Borja, 2016, p. 31).

En el presente trabajo tendremos como muestra, a cada una de las 52 probetas realizadas en laboratorio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Optar por elegir las técnicas e instrumentos son el siguiente paso a seguir para que se nos faciliten obtener las fuentes y por consiguiente los datos que se necesitan (Cid, Méndez y Sandoval, 2011, p. 110).

Con respecto a lo mencionado, se tuvo en cuenta las técnicas y herramientas utilizadas, para una correcta legitimidad y credibilidad.

Técnica:

Se denomina técnica de investigación a los procesos realizados con coherencia al estudio y con elementos utilizables, para generar información significativa a la investigación (Cid, Méndez y Sandoval, 2011, p. 111).

Con respecto al desarrollo del estudio, se utilizó la técnica de la observación en laboratorio, respecto al comportamiento del hormigón y su tenacidad al

adicionar microsíllice y superplastificante, recolectando datos específicos in situ.

Instrumentos de recolección de datos:

Es el medio por el cual se adjunta la información, ya sean en papel o digitalmente (Arias, 2012, p. 68). En el presente informe se utilizó los instrumentos de ensayos de laboratorio de estructura de materiales, programas de computación y fichas para recabar datos de las variables en estudio. Apoyándose en revisión bibliográfica de libros, revistas, tesis e informes más destacados relacionados al tema de estudio. También como: análisis granulométrico NTP 400.037, módulo de fineza NTP 400.012, característica de los agregados NTP 400.021, peso unitario con NTP 400.017, contenido de humedad con NTP 339.185, Ensayo a resistencia a la compresión NTP 339.034, tracción ASTM D 4123 y flexión NTP 339.078.

Validez:

La validez se denomina por el nivel en el cual una herramienta muestra un control específico que es previamente medido de ese contenido (Batista, 2014, p.298).

En el presente informe se utilizó fichas técnicas validados por expertos en la materia para recabar información, relacionados a la variable de estudio. Donde fueron un total de tres especialistas, para tener una buena validez y credibilidad.

Confiabilidad:

Se calcula y evalúa para varias escalas y comienza a utilizar las herramientas ya definidas cuando ya están en las condiciones, debido a que previamente ya han sido revisadas por los especialistas en la materia (Batista, 2014, p. 294).

El desarrollo de esta investigación, tuvo en cuenta los equipos bien calibrados y los procesos de ensayos realizados a detalle y así poder recabar datos exactos y tener una muy alta fiabilidad.

3.5. Procedimientos

Se describió en 4 procesos: primero, selección de materiales; segundo, características de los agregados; tercero, ensayo en estado fresco; cuarto, en estado endurecido.

3.5.1. Selección de materiales

Agregados

Para el estudio de la determinación de agregados se extrajo la muestra que proviene de la “Cantera Carapongo”, para utilizar, en el diseño del hormigón, realizados en laboratorio.

Cantera

Está situada en Carabayllo y sus coordenadas son: 276617.72 mE y 8685046.30 mS.

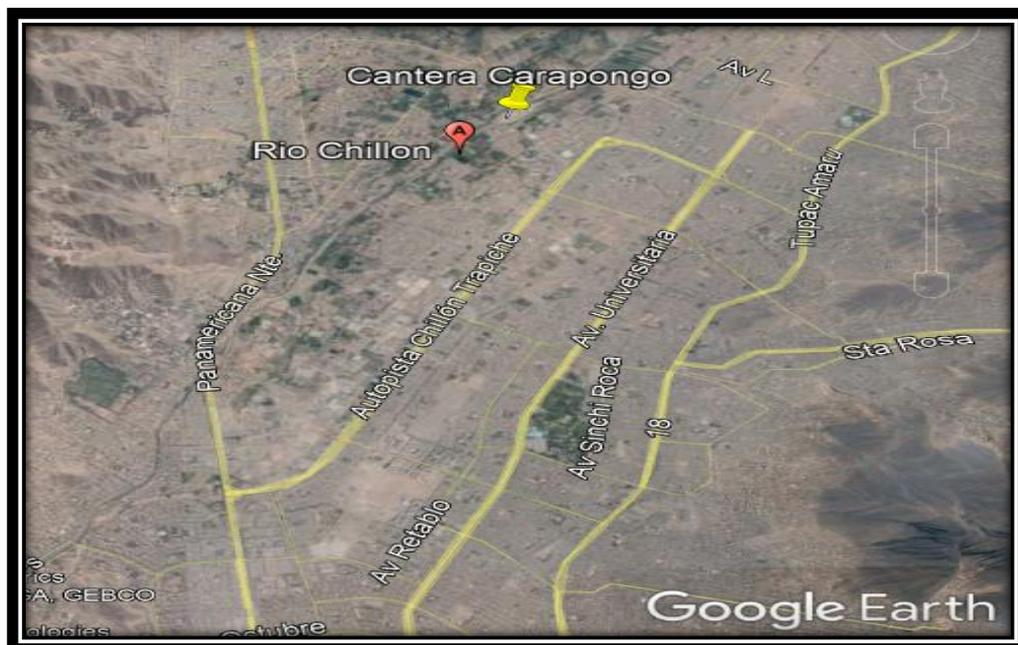


Figura 6. Lugar del banco de materiales Carapongo

Se extrajo del banco de materiales 1m³ de piedra chancada.



Figura 7. Acopio de la piedra chancada de la “Cantera Carapongo”
Se extrajo del banco de materiales 1m³ de arena gruesa.



Figura 8. Acopio de arena gruesa de la “Cantera Carapongo”

Microsílice

El microsíllice o humo de sílice, se adquirió del departamento de construcción Química Suiza (QSI), los métodos y detalles de uso, es de su especificación técnica, donde se recomienda utilizar dentro del de 5% a 10% respecto del material cementicio.

Superplastificante

Se utilizó un aditivo superplastificante Euco – 537, que se adquirió del departamento de construcción Química Suiza (QSI) y se recomienda utilizar una dosis dentro del rango de 0.5% a 2% del peso del cemento y se adquirió el producto de la distribuidora QSI. Sin embargo, por tema de investigación se consideró 2.2%.

Cemento

Se requiere tener un cemento en óptimas condiciones, con sus respectivas especificaciones técnicas y características propias, se utilizó cemento Sol Tipo I.

Agua

Se utilizó agua potable procedente de la red UNI.

3.5.2. Características de los agregados

Se procedió a realizar los ensayos granulométricos y su gráfico de graduación del agregado fino previo tamizado. Luego se procedió hacer los cálculos respectivos para hallar propiedades físicas del agregado fino. Con respecto al conglomerado grueso se realizó el mismo procedimiento. Donde se utilizaron balanza, horno y tamices.



Figura 9. Horno para el secado de muestras

3.5.3. Ensayos en estado fresco

Se diseñaron 3 muestras, para encontrar la proporción ideal de la muestra patrón. Previo a mezclar en el trompo, se procedió a pesar los materiales en proporciones, como el cemento, agua, arena gruesa, piedra chancada, microsílíce y aditivo superplastificante Euco 537. Enseguida, se verificó su slump y temperatura del hormigón. Seguido, se procedió a llenar las probetas, conformado por 3 capas con 25 golpes cada uno.



Figura 10. Medición de la temperatura del hormigón

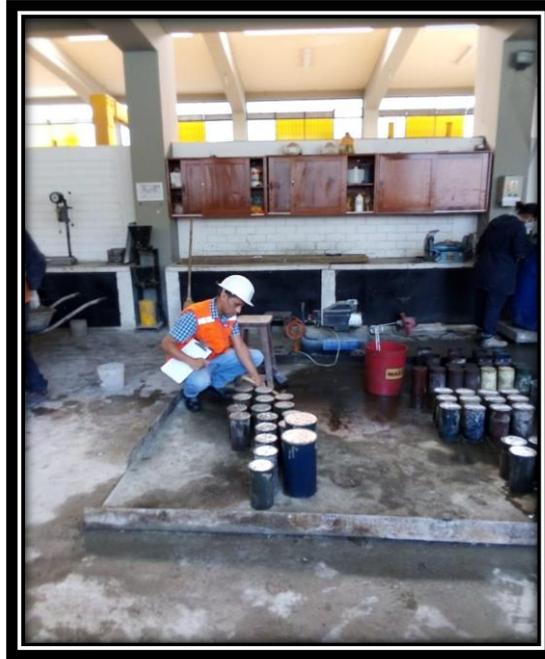


Figura 11. Moldes listos a la espera del fraguado

3.5.3. Ensayos en estado endurecido

En su estado endurecido se procedió a desmoldar y marcar cada molde con sus respectivos datos y seguidamente llevar a la fuente de curado. Más tarde, se procedió a la rotura del concreto a cada edad designada y así obtener su resistencia a compresión, tracción y flexión.

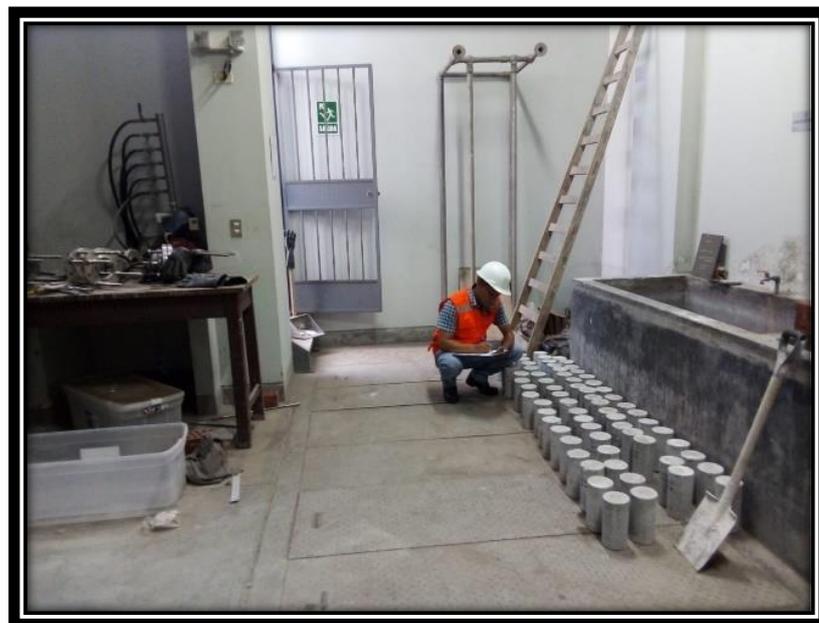


Figura 12. Moldes desmoldados para ingresar a posa con agua



Figura 13. Proceso de rotura de concreto a compresión y tracción



Figura 14. Proceso de rotura de concreto a flexión

3.6. Método de análisis de datos

Después de recolección de información, ensayos y otros trabajos preliminares, se comenzó con la etapa de interpretar y síntesis en resultados, con el fin de contrastar los objetivos de la investigación.

Para el proyecto, el procesamiento de datos y su respectivo análisis estará en función a las metodologías del desarrollo de la tesis como hojas de cálculo Excel, tablas de interpretación de resultados, entre otros.

3.7 Aspectos éticos

Por medio de la correcta referenciación de citas del sistema ISO 690-1 Y 690-2, además de obtener información y datos veraces de publicaciones, tesis e investigaciones previamente citadas. Los resultados que se pretendieron demostrar con este estudio se fundamentan en la ética y moral del propio tesista al mostrar resultados reales y veraces.

Se tomó de referencia también el uso correcto de las normas nacionales que se aplicaron a este trabajo de investigación, tomando criterios y evaluando con honestidad todas las conclusiones obtenidas, además de utilizar el programa de similitud turnitin para verificar el correcto porcentaje de semejanza.

IV. RESULTADOS

AGREGADO FINO

Tabla 3. Granulometría del agregado fino

TAMIZ		% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	% QUE PASA ASTM C 33
(PULG)	(MM)				
3/8"	9.50	0	0	100	100
N°4	4.75	2	2	98.1	95-100
N°8	2.36	21	22.9	77.1	80-100
N°16	1.18	17.8	40.7	59.3	50-85
N°30	0.60	19.1	59.8	40.2	25-60
N°50	0.30	21.6	81.4	18.6	5-30
N°100	0.15	12.8	94.2	5.8	0-10
FONDO		5.8	100.0	0	

Fuente: propio del autor

Interpretación: De tabla 3, se obtuvo el % que pasa de cada tamiz, previos cálculos para graficar la curvatura granulométrica; N°4=98.1%, N°8=77.1%, N°16=59.3%, N°30=40.2%, N°50=18.6, N°100=5.8%, y fondo 0%.

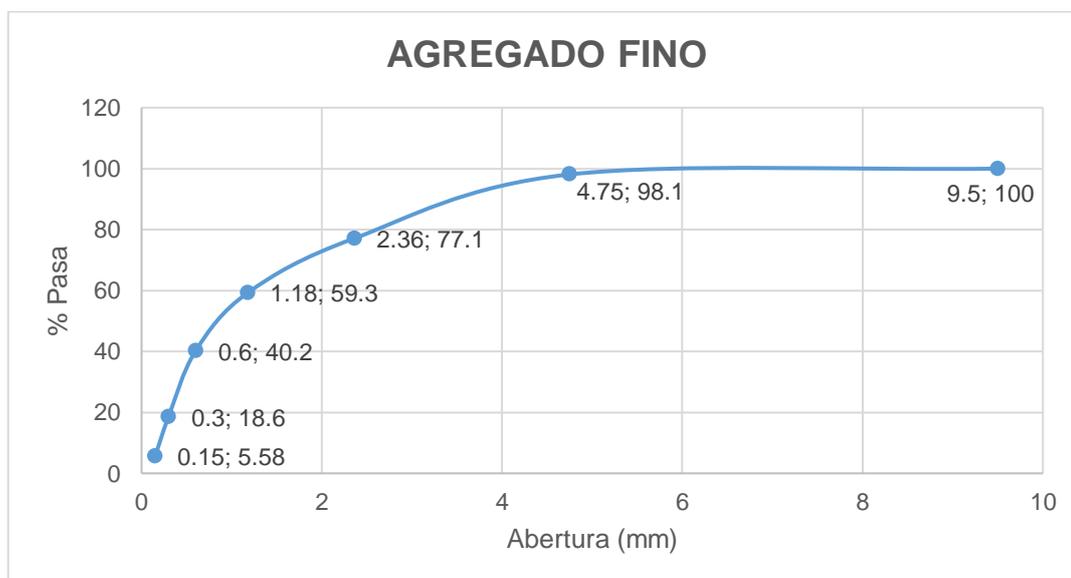


Figura 15. Gráfico de graduación del agregado fino

Propiedades físicas del agregado fino

Tabla 4. *Peso unitario suelto del agregado fino*

DESCRIPCIÓN	SIMB.	CANT.	UNIDAD
Peso de muestra suelta + recipiente	Ws+Wr	6399.0	g.
Peso del recipiente	Wr	1574.4	g.
Peso de muestra suelta	Ws	4824.6	g.
Volumen de recipiente	Vr	2.83	m ³
Peso unitario suelto	P.U.S.	1704	kg/m ³ .

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 4, se obtuvo el peso del recipiente= 1574.4 g, peso de muestra suelta= 4824.6 g, volumen de recipiente= 2.83 m³, por último, el peso unitario suelto= 1704 kg/m³ del agregado fino, previos cálculos.

Tabla 5. *Peso unitario compactado del agregado fino*

DESCRIPCIÓN	SIMB.	CANT.	UNIDAD
Peso de muestra suelta + recipiente	Ws+Wr	6693.2	g.
Peso del recipiente	Wr	1574.4	g.
Peso de muestra suelta	Ws	5118.8	g.
Volumen de recipiente	Vr	2.83	m ³
Peso unitario compactado	P.U.C.	1808	kg/m ³ .

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 5, se obtuvo el peso del recipiente= 1574.4 g, peso de muestra suelta= 5118.8 g, volumen de recipiente=2.83 m³, por último, el peso unitario compactado= 1808 kg/m³ del agregado fino, previos cálculos.

Tabla 6. *Contenido de humedad del agregado fino*

DESCRIPCIÓN	SIMB.	CANT.	UNIDAD
Peso de muestra húmeda	Wh	500.0	g.
Peso de muestra seca	Ws	483.3	g.
Contenido de agua	W _{H2O}	16.7	g.
Contenido de humedad	C.H.	3.46	%

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 6, se obtuvo el peso de muestra humedad= 500 g, peso de muestra seca= 483 g, peso del contenido de agua= 16.7 g, y contenido de humedad= 3.46 %, previos cálculos.

Tabla 7. *Peso específico del agregado fino*

DESCRIPCIÓN	SIMB	CANT.	UNI.
Peso de la fiola	Wf	204.8	g.
Peso arena superficialmente seca	Wss	500.0	g.
Peso arena superficialmente seca+fiola+agua		1015.6	g.
Peso del agua	Wa	310.8	g.
Peso arena seca	Ws	491.8	g.
Volumen de la fiola	V	500	cm ³

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 7, se pesó en laboratorio y se obtuvo; fiola= 204.8 g, arena superficialmente seca= 500 g, agua= 310.8 g, arena seca= 491.38 g, y volumen de la fiola= 500 cm³. Para determinar el peso específico de la masa y su porcentaje de absorción, previos cálculos.

Peso específico de masa

$$= 491.8 / (500-310.8) = 2.60 \text{ g/cm}^3$$

Peso específico de la masa superficialmente seca

$$= 500 / (500-310.8) = 2.64 \text{ g/cm}^3$$

Peso específico aparente

$$= 491.8 / (500 - 310.8) - (500 - 491.8) = 2.72 \text{ g/cm}^3$$

Porcentaje de absorción

$$= ((500 - 491.8) / 491.8) * 100 = 1.67 \%$$

Propiedades físicas del agregado fino

Tabla 8. Características físicas del agregado fino

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO FINO	
M.F.	3.01
P.U.S. (kg/m ³)	1704
P.U.C. (kg/m ³)	1808
P.E. (g/cm ³)	2.60
C.H. (%)	3.46
% Absorción (%)	1.67

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 8, se muestra todos los resultados obtenidos del agregado fino, como su; Módulo de finesa= 3.01, Peso unitario suelto= 1704 kg/cm³, Peso unitario compactado= 1808 kg/cm³, Peso específico de masa= 2.60 g/cm³, contenido de humedad= 3.46% y porcentaje de absorción= 1.67%.

AGREGADO GRUESO

Tabla 9. Granulometría del agregado grueso

TAMIZ		% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	% QUE PASA ASTM C 33
(PULG)	(MM)				
1"	25.00	0	0.0	100.0	100
3/4"	19.00	0.2	0.2	99.8	90-100
1/2"	12.50	28.1	28.3	71.7	-
3/8"	9.50	20.6	48.9	51.1	20-55
N°4	4.75	45.3	94.3	5.7	0-10
FONDO		5.7	100.0	0	

Fuente: propio del autor

Interpretación: De tabla 9, se obtuvo el % que pasa de cada tamiz, previos cálculos para graficar la curvatura granulométrica; 3/4"= 99.8%, 1/2"= 77.1%, 3/8" = 51.1%, N°4= 5.7%, y fondo= 0%.



Figura 16. Gráfico de graduación del agregado grueso

Propiedades físicas del agregado grueso

Se procedió hacer los cálculos respectivos.

Tabla 10. *Peso unitario suelto del agregado grueso*

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Peso de muestra suelta + recipiente	W_s+W_r	5400.1	g.
Peso del recipiente	W_r	1574.4	g.
Peso de muestra suelta	W_s	3825.78	g.
Volumen de recipiente	V_r	2.83	m^3
Peso unitario suelto	P.U.S.	1352	Kg/m^3 .

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 10, se obtuvo el peso del recipiente= 1574.4 g, peso de muestra suelta= 3825.78 g, volumen de recipiente= 2.83 m^3 , por último, el peso unitario suelto= 1352 kg/m^3 del agregado fino, previos cálculos.

Tabla 11. *Peso unitario compactado del agregado grueso*

DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Peso de muestra suelta + recipiente	W_s+W_r	5831.2	g.
Peso del recipiente	W_r	1574.4	g.
Peso de muestra suelta	W_s	4256.8	g.
Volumen de recipiente	V_r	2.83	m^3
Peso unitario compactado	P.U.C.	1504	Kg/m^3 .

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 11, se obtuvo el peso del recipiente= 1574.4 g, peso de muestra suelta= 4256.8 g, volumen de recipiente= 2.83 m^3 , por último, el peso unitario compactado= 1504 kg/m^3 del agregado fino, previos cálculos.

Tabla 12. *Contenido de humedad del agregado grueso*

DESCRIPCIÓN	SIMB.	CANT.	UNIDAD
Peso de muestra húmeda	Wh	2000.1	g.
Peso de muestra seca	Ws	1986.4	g.
Contenido de agua	W _{H2O}	13.7	g.
Contenido de humedad	C.H.	0.69	%

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 12, se obtuvo el peso de muestra humedad= 2000.1 g, peso de muestra seca= 1986.4 g, peso del contenido de agua= 13.7 g, y contenido de humedad= 3.46 %, previos cálculos.

Tabla 13. *Peso específico del agregado grueso*

DESCRIPCIÓN	SIMB	CANT.	UNI.
Peso muestra saturada superficialmente seca	W _{sss}	4000.1	g.
Peso muestra saturada superficialmente seca dentro del agua + canastilla	W _{sss+Wr}	-	g.
Peso de la canastilla dentro del agua		-	g.
Peso de la muestra saturada dentro del agua		2491.7	g.
Peso de a muestra seca	Ws	3922.3	g.

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 13, se pesó en laboratorio y se obtuvo; muestra saturada superficialmente seca= 4001 g, muestra saturada dentro del agua= 2491.7 g, muestra seca= 3922.3 g. Para determinar el peso específico de la masa y su porcentaje de absorción, previos cálculos.

Peso específico de masa

$$= 3922.3 / (4000.1 - 2491.7) = 2.60 \text{ g/cm}^3$$

Peso específico de la masa superficialmente seca

$$= 4000.1 / (4000.1 - 2491.7) = 2.65 \text{ g/cm}^3$$

Peso específico aparente

$$= 3922.3 / (3922.3 - 2491.7) = 2.74 \text{ g/cm}^3$$

Porcentaje de absorción

$$= ((4000.1 - 3922.3) / 3922.3) * 100 = 1.98 \%$$

Propiedades físicas del agregado grueso

Tabla 14. Características físicas del agregado grueso

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO	
M.F.	6.15
P.U.S. (kg/m ³)	1351
P.U.C. (kg/m ³)	1503
P.E. (g/cm ³)	2.60
C.H. (%)	0.69
% Absorción (%)	1.98

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 14, se muestra todos los resultados obtenidos del agregado grueso, como su; Módulo de finesa = 6.15, Peso unitario suelto= 1351 kg/cm³, Peso unitario compactado= 1503 kg/cm³, Peso específico de masa= 2.60 g/cm³, contenido de humedad= 0.69% y porcentaje de absorción = 1.98%.

Agregado global

Se utilizó en su totalidad la muestra.

Tabla 15. *Análisis granulométrico del agregado global*

TAMIZ		% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(PULG)	(MM)			
1"	25.00	0	0.0	100
3/4"	19.00	0.1	0.1	99.9
1/2"	12.50	14.2	14.3	87.7
3/8"	9.50	10.5	24.8	75.2
N°4	4.75	23.9	48.7	51.3
N°8	2.36	10.3	59.1	40.9
N°16	1.18	8.8	67.8	32.2
N°30	0.60	9.4	77.3	22.7
N°50	0.30	10.7	87.9	12.1
N°100	0.15	6.3	94.2	5.8
FONDO		5.8	100	0.0

Fuente: propio del autor

Interpretación: De tabla 15, se obtuvo el % que pasa de cada tamiz, previos cálculos para graficar la curvatura granulométrica; 1" = 100%, 3/4"= 99.9%, 1/2"= 87.7%, 3/8" = 75.2%, N°4= 51.3%, N°8= 40.9%, N°16= 32.2%, N°30= 22.7%, N°50= 12.1%, N°100= 5.8% y fondo= 0%.

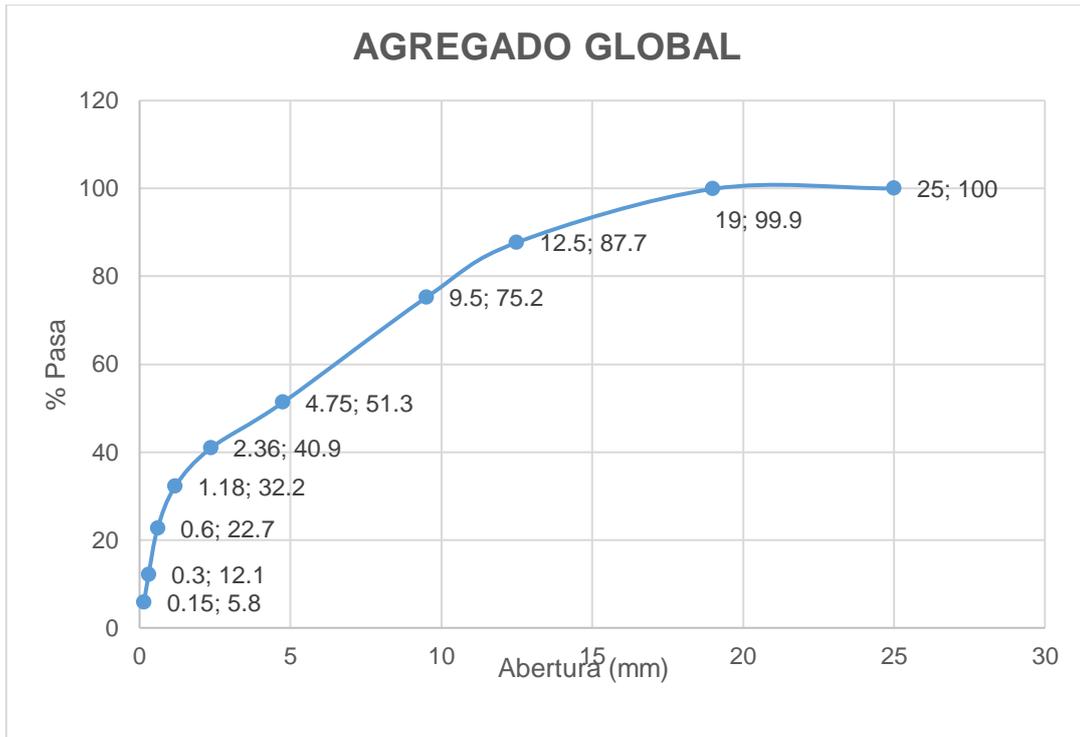


Figura 17. Gráfico de graduación del agregado global.

Propiedades físicas del agregado global

Tabla 16. Características físicas del agregado global

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GLOBAL	
T.M.N.	1/2 "
Módulo de fineza	4.60
% Agregado grueso	50.64
% Agregado fino	49.36

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 16, se muestra todos los resultados obtenidos del agregado grueso, como su; Tamaño máximo nominal= 1/2", Módulo de fineza = 4.60, Porcentaje de agregado grueso= 50.64%, Porcentaje de agregado fino = 49.36%.

DISEÑO DE MEZCLA

Combinación de ARENA GRUESA procedente de la cantera CARAPONGO, PIEDRA CHANCADA procedente de la misma cantera, cemento SOL Tipo I y aditivo superplastificante Euco 537.

Tabla 17. *Diseño de mezcla para $R_{a/c} = 0.33$ con 2.2% de superplastificante*

RELACIÓN a/c	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	PRESIÓN (KG/CM ²)
R a/c=0.33	7	10.16	81.10	46467	573

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 17, se observa un diseño de mezcla con 2.2% de aditivo superplastificante Euco 537 con una relación agua/cemento de 0.33; dando una resistencia promedio a presión de 573 kg/cm².

Tabla 18. *Diseño de mezcla para $R_{a/c} = 0.39$ con 2.2% de superplastificante*

RELACIÓN a/c	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	PRESIÓN (KG/CM ²)
R a/c=0.39	7	10.15	80.94	42218	522

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 18, se observa un diseño de mezcla con 2.2% de aditivo superplastificante Euco 537 con una relación agua/cemento de 0.39; dando una resistencia promedio a presión de 522 kg/cm².

Tabla 19. *Diseño de mezcla para $R_{a/c} = 0.49$ con 2.2% de superplastificante*

RELACIN a/c	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	PRESIÓN (KG/CM ²)
R a/c=0.49	7	10.16	81.07	32548	401

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 19, se observa un diseño de mezcla con 2.2% de aditivo superplastificante Euco 537 con una relación agua/cemento de 0.49; dando una resistencia promedio a presión de 401 kg/cm².

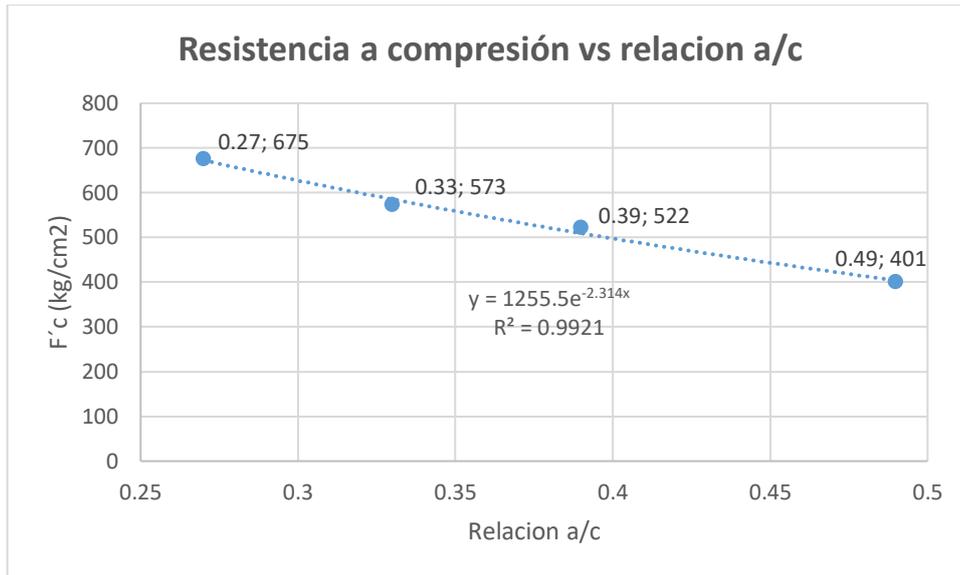


Figura 18. Proyección de resistencia vs relación a/c

Interpretación: De la figura 18, se observa con 2.2% de Euco 537 el diseño de mezcla, al séptimo día con Ra/c = 0.33 tiene 573 kg/cm², al séptimo día con Ra/c = 0.39 tiene 522 kg/cm², al séptimo día con Ra/c = 0.49 tiene 401 kg/cm², dando una proyección con línea de tendencia al séptimo día con R a/c = 0.27 con una resistencia requerida de 675 kg/cm².

DOSIFICACIONES PARA DISEÑO DE MEZCLA EN OBRA

Se dosifico los materiales para el diseño de mezcla en obra y después en proporciones parciales respecto del cemento en cantidades de 6% de microsílíce, 8% de microsílíce y 10 % de microsílíce. En las cuatro siguientes tablas se aprecian sus dosificaciones.

Diseño de mezcla patrón con 2.2% aditivo superplastificante Euco 537

Tabla 20. *Diseño de mezcla patrón con 2.2% de superplastificante*

RELACIÓN (a/c)	MATERIALES	DOSIFICACIÓN EN OBRA
R a/c = 0.27	Cemento – Sol Tipo I	680 kg
	Agua de la red UNI	180L
	Arena gruesa cantera CARAPONGO	738 kg
	Piedra chancada cantera CARAPONGO	737 kg
	Aditivo superplastificante Euco 537 (QSI)	14968.6 g

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 20, se observa la dosificación de materiales para utilizar en obra, los cuales son; cemento= 680 kg, Agua= 180 L, Arena gruesa= 738 kg, piedra chancada= 737 kg y aditivo superplastificante= 14968.6 g.

Diseño de mezcla patrón adicionando 6% microsílíce

Tabla 21. *Diseño de mezcla patrón con 2.2% de superplastificante y 6% microsílíce*

RELACIÓN (a/c)	MATERIALES	DOSIFICACIÓN EN OBRA
R a/c = 0.27	Cemento – Sol Tipo I	680 kg
	Agua de la red UNI	180L
	Arena gruesa cantera CARAPONGO	738 kg
	Piedra chancada cantera CARAPONGO	737 kg
	Aditivo superplastificante Euco 537 (QSI)	14968.6 g
	Microsílíce 6%	40.8 kg

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 21, se observa la dosificación de materiales para utilizar en obra con la primera adición de microsílíce, los cuales son; cemento= 680 kg, Agua= 180 L, Arena gruesa= 738 kg, piedra chancada= 737 kg, aditivo superplastificante= 14968.6 g, y microsílíce 6%= 40.8 kg.

Diseño de mezcla patrón adicionando 8% microsílíce

Tabla 22. *Diseño de mezcla patrón con 2.2% de superplastificante y 8% microsílíce*

RELACIÓN (a/c)	MATERIALES	DOSIFICACIÓN EN OBRA
R a/c = 0.27	Cemento – Sol Tipo I	625.6 kg
	Agua de la red UNI	180L
	Arena gruesa cantera CARAPONGO	738 kg
	Piedra chancada cantera CARAPONGO	737 kg
	Aditivo superplastificante Euco 537 (QSI)	14968.6 g
	Microsílíce 8%	54.4 kg

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 22, se observa la dosificación de materiales para utilizar en obra con la segunda adición de microsílíce, los cuales son; cemento= 625.6 kg, Agua= 180 L, Arena gruesa= 738 kg, piedra chancada= 737 kg, aditivo superplastificante= 14968.6 g, y microsílíce 8%= 54.4 kg.

Diseño de mezcla patrón adicionando 10% microsílíce

Tabla 23. *Diseño de mezcla patrón con 2.2% de superplastificante y 10% microsílíce*

RELACIÓN (a/c)	MATERIALES	DOSIFICACIÓN EN OBRA
R a/c = 0.27	Cemento – Sol Tipo I	612 kg
	Agua de la red UNI	180L
	Arena gruesa cantera CARAPONGO	738 kg
	Piedra chancada cantera CARAPONGO	737 kg
	Aditivo superplastificante Euco 537 (QSI)	14968.6 g
	Microsílíce 10%	68 kg

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 23, se observa la dosificación de materiales para utilizar en obra con la tercera adición de microsílíce, los cuales son; cemento= 612 kg, Agua= 180 L, Arena gruesa= 738 kg, piedra chancada= 737 kg, aditivo superplastificante= 14968.6 g, y microsílíce 10%= 68 kg.

EVALUACIÓN DE TEMPERATURA

Se realizó el ensayo de temperatura del hormigón respetando las indicaciones de la norma NTP. 339.184. Cabe mencionar que el hormigón para que sea aceptable con respecto a su temperatura, debe ser menor a 30°C.

Tabla 24. Medición de temperatura

MUESTRA	SUPERPLASTIFICANTE %	MICROSÍLICE %	TEMPERATURA °C
Patrón	2.2%	0%	29.4 °C
1° Tanda	2.2%	6%	28.0°C
2° Tanda	2.2%	8%	26.9°
3° Tanda	2.2%	10%	26.2°

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 24, se obtuvo las temperaturas de la muestra patrón= 29.4°C, primera tanda= 28 °C, segunda tanda= 26.9 °C, y tercera tanda= 26.2 °C.

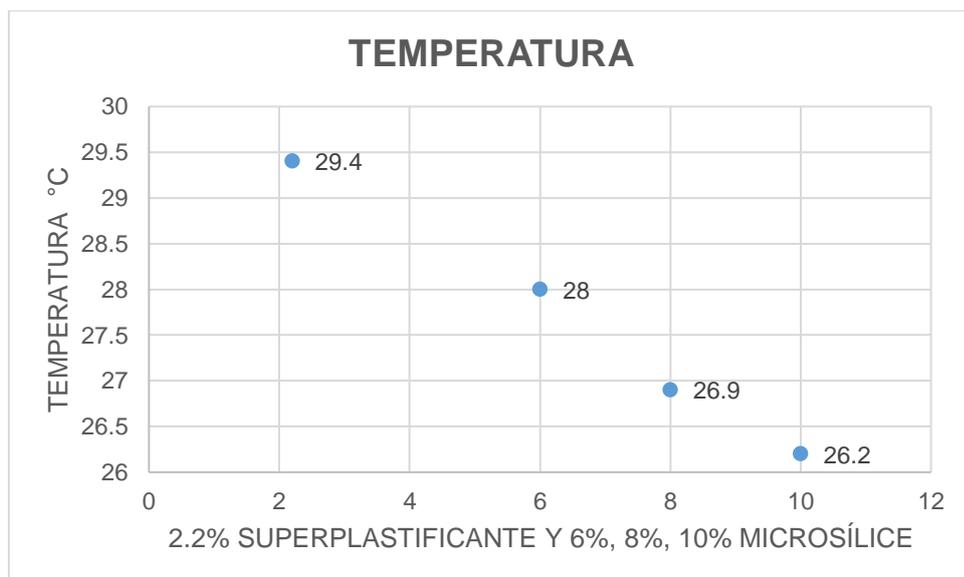


Figura 19. Gráfico de graduación de la temperatura

Interpretación: De la figura 19, se aprecia temperaturas en forma decreciente a partir de la muestra patrón con adición de 2.2% de aditivo superplastificante y sigue decreciendo al adicionar mayor porcentaje de microsíllice.

EVALUACIÓN DEL SLUMP

Se realizó el ensayo de cono de abrams (slump) del hormigón respetando las indicaciones de la norma NTP. 339.036.

Tabla 25. Medición del Slump

MUESTRA	SUPERPLASTIFICANTE %	MICROSÍLICE %	SLUMP CM
Patrón	2.2%	0%	8.9
1° Tanda	2.2%	6%	7.8
2° Tanda	2.2%	8%	7.9
3° Tanda	2.2%	10%	7.9

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 25, se obtuvo el slump de la muestra patrón= 8.9 cm, primera tanda = 7.8 cm, segunda tanda = 7.9 cm, y tercera tanda= 7.9 cm.

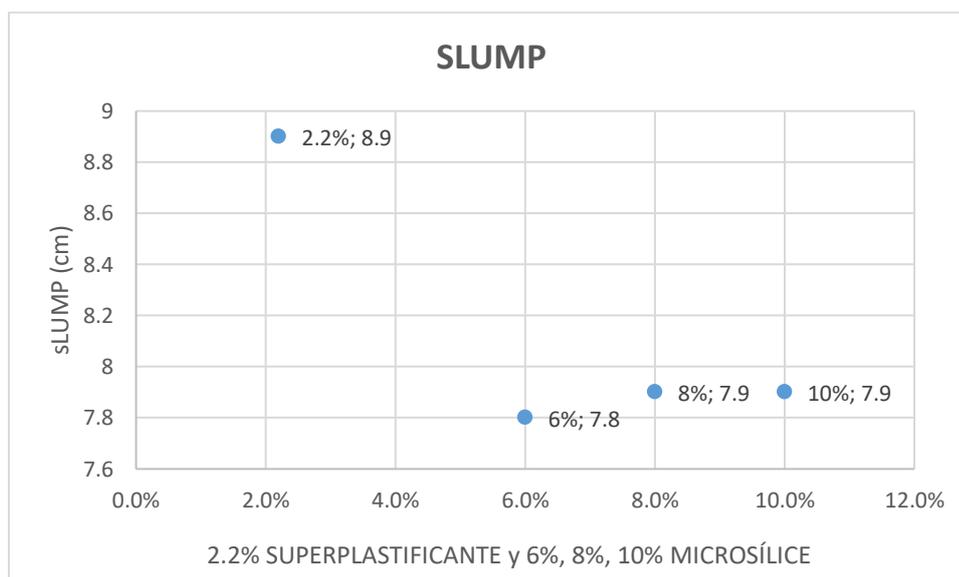


Figura 20. Gráfico de graduación del slump

Interpretación: De la figura 20, se aprecia un inicio respecto a la muestra patrón igual a 8.9 cm, luego con incorporación del microsilíce resulta un decrecimiento de su slump, con valores de 7.8cm, 7.9cm y 7.9cm al incorporar microsilíce en 0%, 6%, 8%, y 10% respectivamente.

EVALUACIÓN EN COMPRESIÓN

Ensayo muestra patrón adicionando 2.2% aditivo superplastificante Euco 537

Tabla 26. Efecto de rotura a presión de la muestra patrón a 3 días

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	PRESIÓN (KG/CM ²)
Patrón	3	10.11	80.28	42409	528
Patrón	3	10.04	79.09	40961	518
Promedio		10.07	79.69	41685	523

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 26, se observa la muestra a 3 días con 2.2% de Euco 537; la primera muestra patrón= 528 kg/cm², segunda muestra patrón= 518 kg/cm², dando un promedio de presión = 523 kg/cm².

Tabla 27. Efecto de rotura a presión de la muestra patrón a 7 días

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	PRESIÓN (KG/CM ²)
Patrón	7	10.10	80.04	42331	529
Patrón	7	10.06	79.49	43536	548
Promedio		10.08	79.77	42933	538

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 27, se observa la muestra a 7 días con 2.2% de Euco 537; la primera muestra patrón= 529 kg/cm², segunda muestra patrón= 548 kg/cm², dando un promedio de presión = 538 kg/cm².

Tabla 28. Efecto de rotura a presión de la muestra patrón a 14 días

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	PRESIÓN (KG/CM ²)
Patrón	14	10.18	81.31	43210	531
Patrón	14	10.11	80.28	44438	554
Promedio		10.15	80.80	43824	542

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 28, se observa la muestra a 14 días con 2.2% de Euco 537; la primera muestra patrón= 531 kg/cm², segunda muestra patrón= 554 kg/cm², dando un promedio de presión = 542 kg/cm².

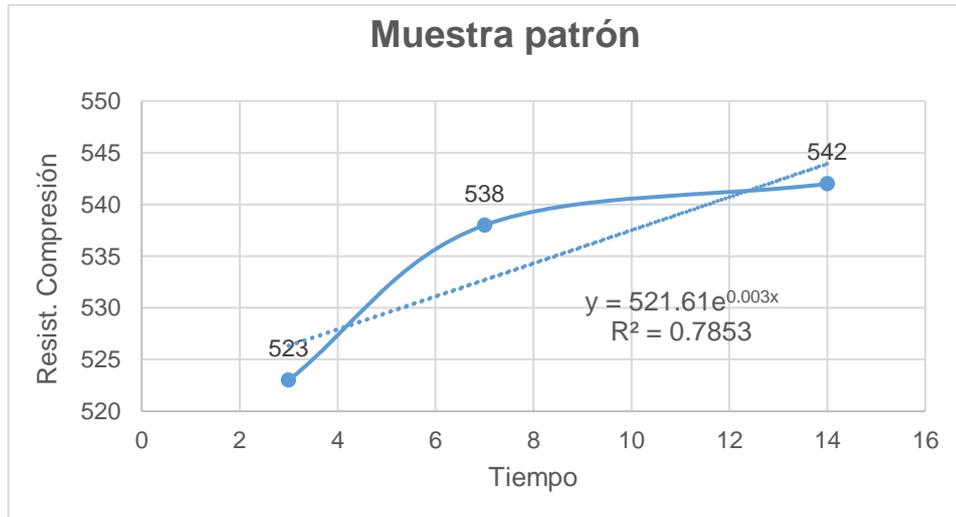


Figura 21. Proyección de rotura a presión de la muestra patrón a 28 días

Interpretación: De la figura 21, se observa con 2.2% de Euco 537, al tercer día 523 kg/cm², al séptimo día 538 kg/cm², decimocuarto día 542 kg/cm², dando una proyección con línea de tendencia al vigesimocuarto día 567 kg/cm².

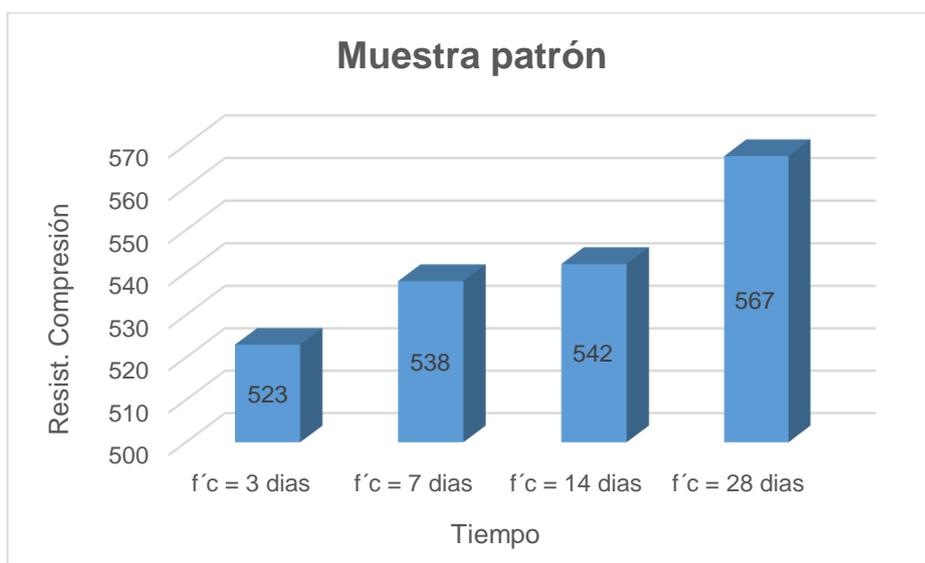


Figura 22. Efecto de rotura a presión de la muestra patrón adicionando 2.2% de Euco 537, a cada edad.

Interpretación: De la figura 22, adicionando 2.2% de Euco 537 a la muestra, al tercer día alcanzó 523 kg/cm², al séptimo día alcanzó 538 kg/cm², al decimocuarto día alcanzó 542 kg/cm² y con proyección al vigesimocuarto día alcanzó 567 kg/cm².

Ensayo de concreto alta resistencia adicionando 6% de microsílíce.

Tabla 29. Efecto de rotura a presión adicionando 6% de microsílíce a 3 días

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	PRESIÓN (KG/CM ²)
6% de microsílíce	3	10.05	79.33	44583	562
6% de microsílíce	3	10.11	80.28	45829	571
Promedio		10.08	79.81	45206	566

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 29, se observa la muestra a 3 días con 6% de microsílíce; la primera muestra = 562 kg/cm², segunda muestra = 571 kg/cm², dando un promedio de presión = 566 kg/cm².

Tabla 30. Efecto de rotura a presión adicionando 6% de microsílíce a 7 días

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	PRESIÓN (KG/CM ²)
6% de microsílíce	7	10.06	79.41	50233	604
6% de microsílíce	7	10.11	80.20	46658	626
Promedio		10.09	79.81	48446	615

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 30, se observa la muestra a 7 días con 6% de microsílíce; la primera muestra = 604 kg/cm², segunda muestra = 626 kg/cm², dando un promedio de presión = 615 kg/cm².

Tabla 31. Efecto de rotura a presión adicionando 6% de microsílíce a 14 días

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	PRESIÓN (KG/CM ²)
6% de microsílíce	14	10.15	80.91	46658	577
6% de microsílíce	14	10.08	79.80	46670	585
Promedio		10.12	80.36	46664	581

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 31, se observa la muestra a 14 días con 6% de microsílíce; la primera muestra = 577 kg/cm², segunda muestra = 585 kg/cm², dando un promedio de presión = 581 kg/cm².

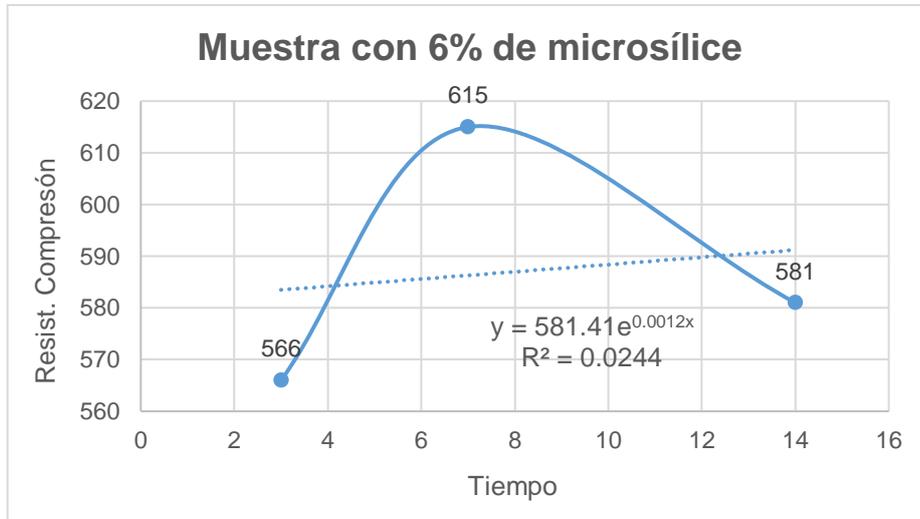


Figura 23. Proyección de rotura a presión adicionando 6% de microsílíce a 28 días

Interpretación: De la figura 23, se observa con 6% de microsílíce, al tercer día 566 kg/cm², al séptimo día 615 kg/cm², decimocuarto día 581 kg/cm², dando una proyección con línea de tendencia al vigesimocuarto día 601 kg/cm².

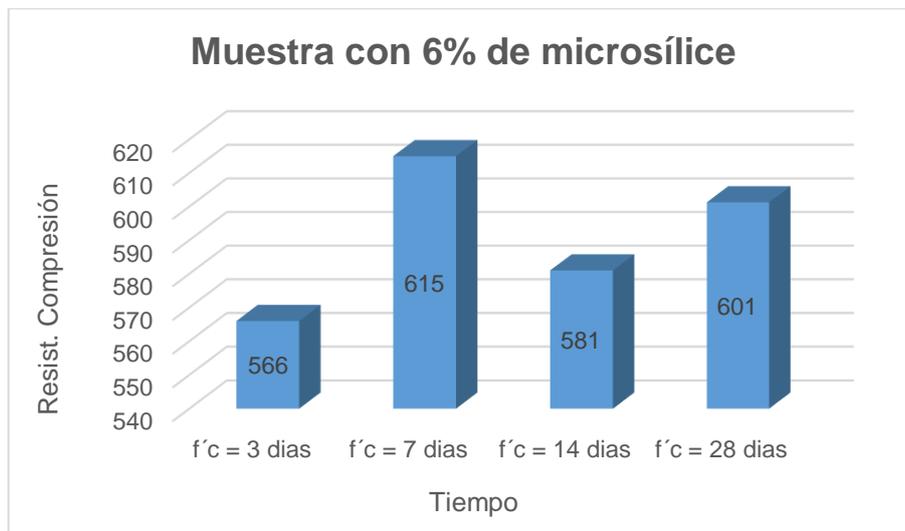


Figura 24. Efecto de rotura a presión de la muestra adicionando 6% de microsílíce, a cada edad

Interpretación: De la figura 24, adicionando 6% de microsílíce a la muestra, al tercer día alcanzó 566 kg/cm², al séptimo día alcanzó 615 kg/cm², al decimocuarto día alcanzó 581 kg/cm² y con proyección al vigesimocuarto día alcanzó 601 kg/cm².

Ensayo de concreto alta resistencia adicionando 8% de microsílíce.

Tabla 32. Efecto de rotura a presión adicionando 8% de microsílíce a 3 días.

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	PRESIÓN (KG/CM ²)
8% de microsílíce	3	10.08	79.79	38223	479
8% de microsílíce	3	10.11	80.28	37992	473
Promedio		10.10	80.04	38108	476

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 32, se observa la muestra a 3 días con 8% de microsílíce; la primera muestra = 479 kg/cm², segunda muestra = 473 kg/cm², dando un promedio de presión = 476 kg/cm².

Tabla 33. Efecto de rotura a presión adicionando 8% de microsílíce a 7 días.

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	PRESIÓN (KG/CM ²)
8% de microsílíce	7	10.11	80.20	46076	575
8% de microsílíce	7	10.12	80.40	44744	556
Promedio		10.12	80.30	45410	565

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 33, se observa la muestra a 7 días con 8% de microsílíce; la primera muestra = 575 kg/cm², segunda muestra = 566 kg/cm², dando un promedio de presión = 565 kg/cm².

Tabla 34. Efecto de rotura a presión adicionando 8% de microsílíce a 14 días.

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	PRESIÓN (KG/CM ²)
8% de microsílíce	14	10.11	80.28	47658	594
8% de microsílíce	14	10.08	79.80	47306	593
Promedio		10.10	80.04	47482	593

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 34, se observa la muestra a 14 días con 8% de microsílíce; la primera muestra = 594 kg/cm², segunda muestra = 593 kg/cm², dando un promedio de presión = 593 kg/cm².

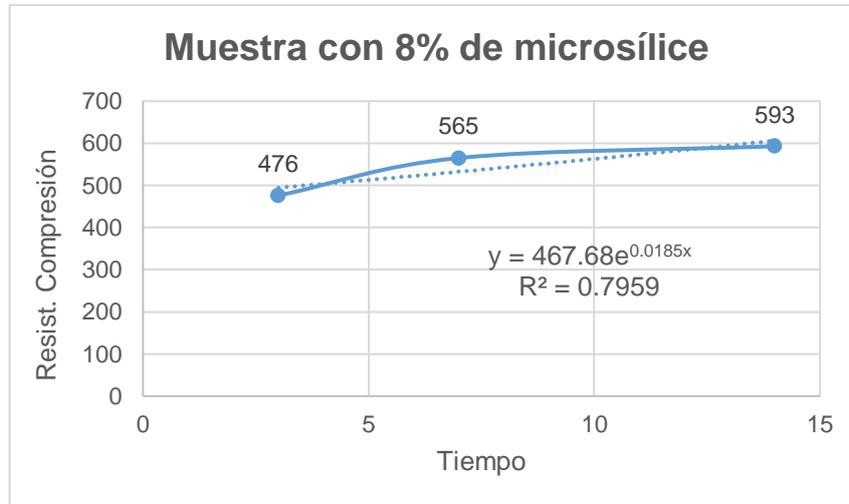


Figura 25. Proyección de rotura a presión adicionando 8% de microsílíce a 28 días

Interpretación: De la figura 25, se observa con 8% de microsílíce, al tercer día 476 kg/cm², al séptimo día 565 kg/cm², decimocuarto día 593 kg/cm², dando una proyección con línea de tendencia al vigesimocuarto día 785 kg/cm².

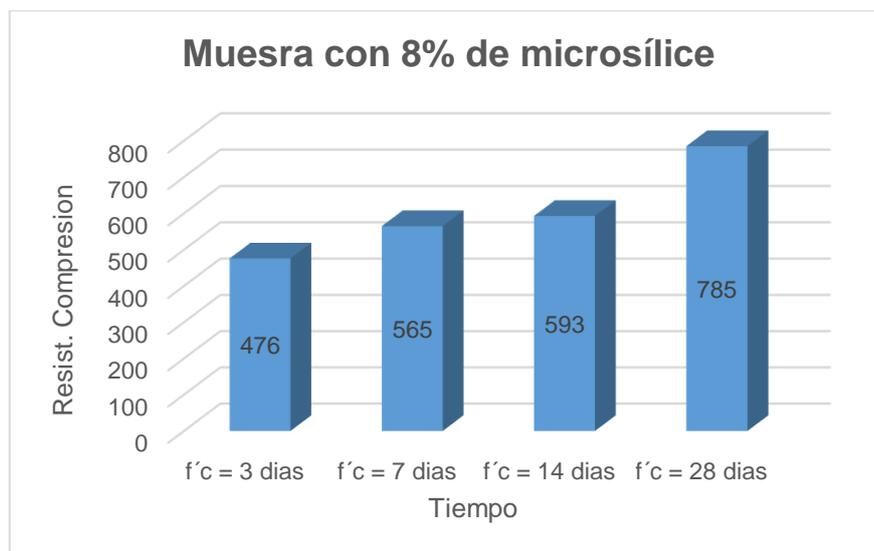


Figura 26. Efecto de rotura a presión de la muestra adicionando 8% de microsílíce a cada edad

Interpretación: De la figura 26, adicionando 8% de microsílíce a la muestra, al tercer día alcanzó 476 kg/cm², al séptimo día alcanzó 565 kg/cm², al decimocuarto día alcanzó 593 kg/cm² y con proyección al vigesimocuarto día alcanzó 785 kg/cm².

Ensayo de concreto alta resistencia adicionando 10% de microsílíce.

Tabla 35. Efecto de rotura a presión adicionando 10% de microsílíce a 3 días

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	PRESIÓN (KG/CM ²)
10% de microsílíce	3	10.09	79.88	36928	462
10% de microsílíce	3	10.09	79.96	38496	481
Promedio		10.09	79.92	37712	472

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 35, se observa la muestra a 3 días con 10% de microsílíce; la primera muestra = 462 kg/cm², segunda muestra = 481 kg/cm², dando un promedio de presión = 472 kg/cm².

Tabla 36. Efecto de rotura a presión adicionando 10% de microsílíce a 7 días

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	PRESIÓN (KG/CM ²)
10% de microsílíce	7	10.07	79.64	44261	556
10% de microsílíce	7	10.05	79.25	45938	580
Promedio		10.06	79.45	49100	568

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 36, se observa la muestra a 7 días con 10% de microsílíce; la primera muestra = 556 kg/cm², segunda muestra = 580 kg/cm², dando un promedio de presión = 568 kg/cm².

Tabla 37. Efecto de rotura a presión adicionando 10% de microsílíce a 14 días

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	PRESIÓN (KG/CM ²)
10% de microsílíce	14	10.11	80.28	48369	603
10% de microsílíce	14	10.08	79.72	47965	602
Promedio		10.10	80.00	48032	602

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 37, se observa la muestra a 14 días con 10% de microsílíce; la primera muestra = 603 kg/cm², segunda muestra = 602 kg/cm², dando un promedio de presión = 602 kg/cm².

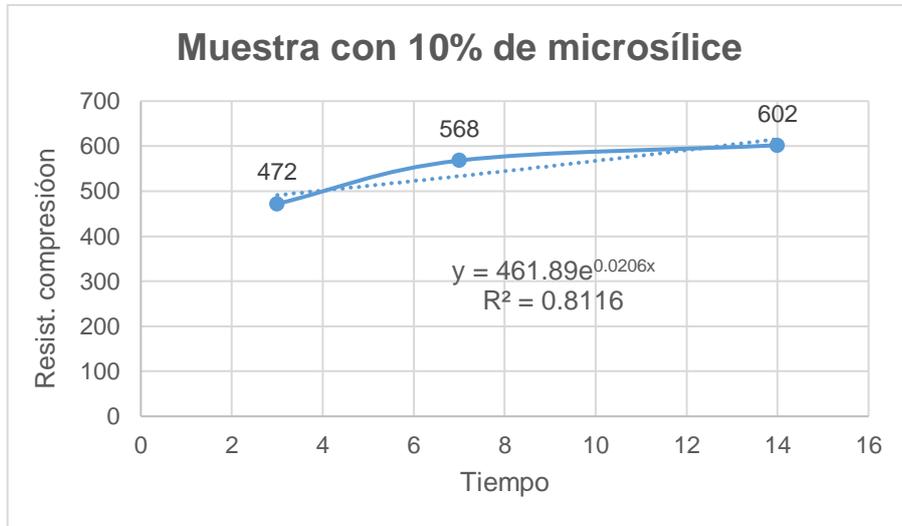


Figura 27. Proyección de rotura a presión adicionando 10% de microsílíce a 28 días

Interpretación: De la figura 27, se observa con 10% de microsílíce, al tercer día 472 kg/cm², al séptimo día 568 kg/cm², decimocuarto día 602 kg/cm², dando una proyección con línea de tendencia al vigesimocuarto día 822 kg/cm².

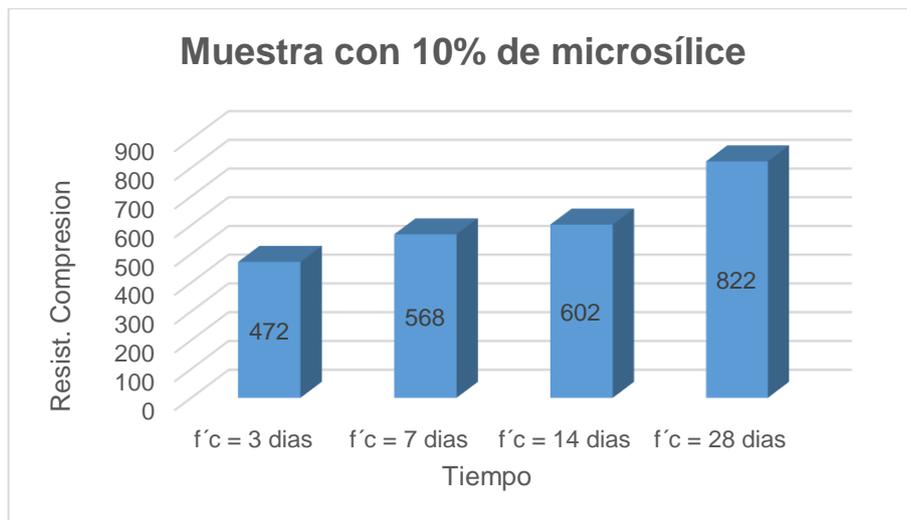


Figura 28. Efecto de rotura a presión de la muestra adicionando 10% de microsílíce a cada edad.

Interpretación: De la figura 28, adicionando 10% de microsílíce a la muestra, al tercer día alcanzó 472 kg/cm², al séptimo día alcanzó 568 kg/cm², al decimocuarto día alcanzó 602 kg/cm² y con proyección al vigesimocuarto día alcanzo 822 kg/cm².

Resumen de ensayos de concreto de alta resistencia a compresión.

Tabla 38. Resumen de resultados de resistencia compresión

RESISTENCIA A COMPRESIÓN				
TIEMPO	0% PATRÓN	6% MICROSÍLICE	8% MICROSÍLICE	10% MICROSÍLICE
3 días	523	566	476	472
7 días	538	615	565	568
14 días	542	581	593	602
28 días	567	601	785	822

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 38, se observa el resumen de resistencia a compresión de las muestras, con incorporación de 2.2% de aditivo superplastificante y 6%, 8%, y 10% de microsilice.

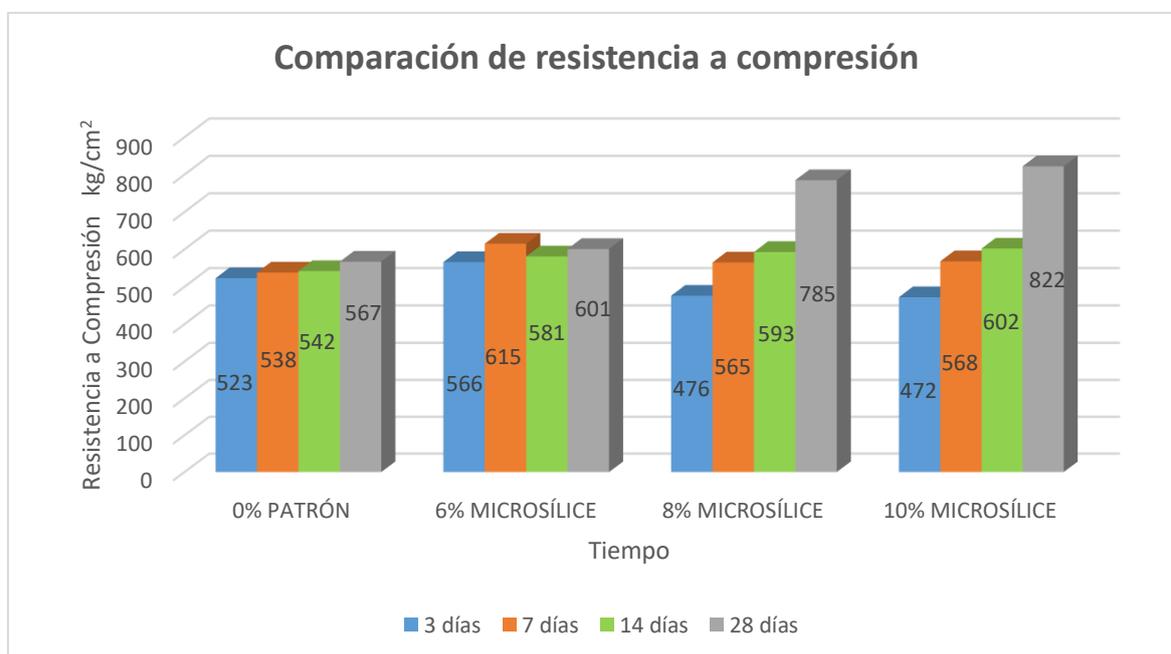


Figura 29. Resumen de efecto de rotura a compresión a cada edad.

Interpretación: De la figura 29, se observa el resumen de resistencias a compresión de la muestra patrón adicionando el 2.2% de aditivo superplastificante, a cada edad, y resumen de resistencias de la muestra adicionando 6%, 8% y 10% de microsilice, a cada edad.

EVALUACIÓN EN TRACCIÓN

Ensayo muestra patrón adicionando 2.2% aditivo superplastificante Euco 537

Tabla 39. Efecto de rotura a tracción de la muestra patrón a 3 días

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	TRACCIÓN (KG/CM ²)
Patrón	3	10.11	20.45	13694	42
Patrón	3	10.04	20.30	14093	44
Promedio		10.08	20.38	13894	43

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 39, se observa la muestra a 3 días con 2.2% de Euco 537; la primera muestra patrón= 42 kg/cm², segunda muestra patrón= 44 kg/cm², dando un promedio de tracción = 43 kg/cm².

Tabla 40. Efecto de rotura a tracción de la muestra patrón a 7 días

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	TRACCIÓN (KG/CM ²)
Patrón	7	10.11	20.50	13961	43
Patrón	7	10.09	20.40	14962	46
Promedio		10.10	20.45	14462	45

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 40, se observa la muestra a 7 días con 2.2% de Euco 537; la primera muestra patrón= 43 kg/cm², segunda muestra patrón= 46 kg/cm², dando un promedio de tracción = 45 kg/cm².

Tabla 41. Efecto de rotura a tracción de la muestra patrón a 14 días

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	TRACCIÓN (KG/CM ²)
Patrón	14	10.12	20.60	15823	48
Patrón	14	10.11	20.50	13820	42
Promedio		10.12	20.55	14822	45

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 41, se observa la muestra a 14 días con 2.2% de Euco 537; la primera muestra patrón= 48 kg/cm², segunda muestra patrón= 42 kg/cm², dando un promedio de tracción = 42 kg/cm².

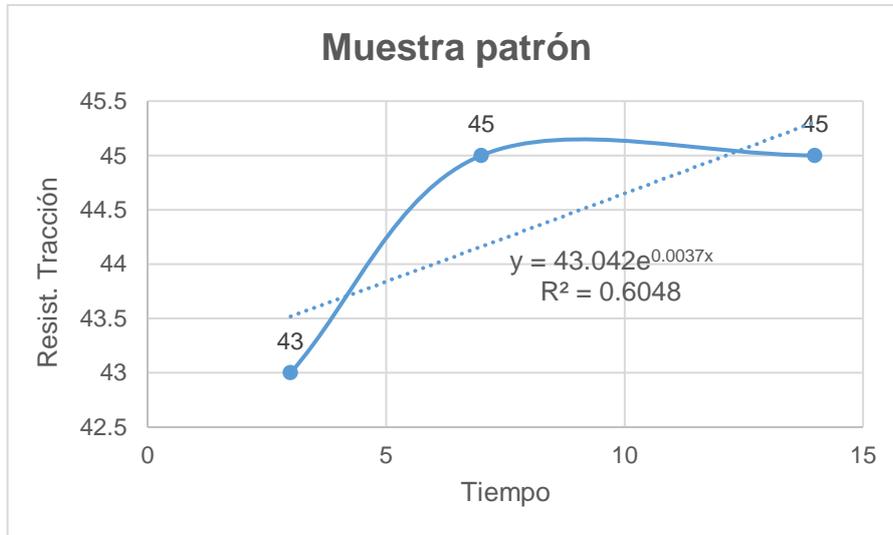


Figura 30. Proyección de rotura a tracción de la muestra patrón a 28 días

Interpretación: De la figura 30, se observa con 2.2% de Euco 537, al tercer día 43 kg/cm², al séptimo día 45 kg/cm², decimocuarto día 42 kg/cm², dando una proyección con línea de tendencia al vigesimocuarto día 41 kg/cm².

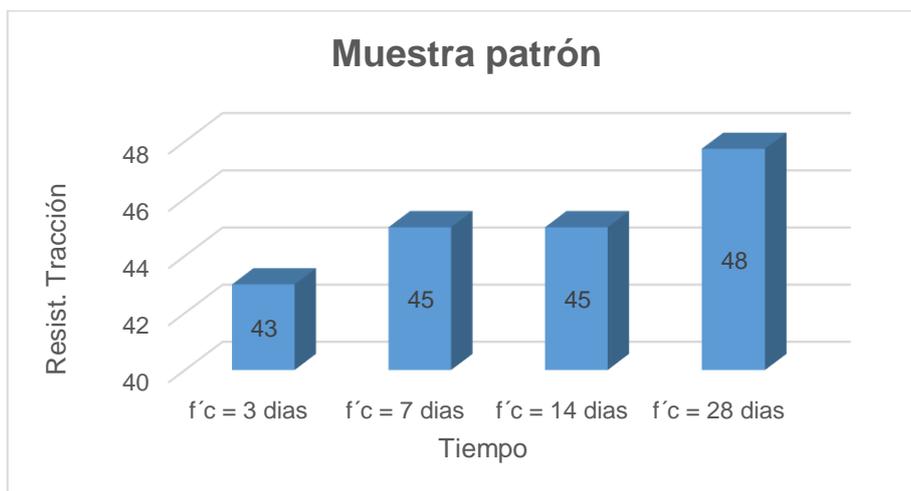


Figura 31. Efecto de rotura a tracción de la muestra patrón a cada edad, adicionando 2.2% de Euco 537

Interpretación: De la figura 31, adicionando 2.2% de Euco 537 a la muestra, al tercer día alcanzó 43 kg/cm², al séptimo día alcanzó 45 kg/cm², al decimocuarto día alcanzó 42 kg/cm² y con proyección al vigesimocuarto día alcanzó 41 kg/cm².

Ensayo de concreto alta resistencia adicionando 6% de microsílíce.

Tabla 42. Efecto de rotura a tracción adicionando 6% de microsílíce a 3 días

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	TRACCIÓN (KG/CM ²)
6% de microsílíce	3	10.11	20.20	14169	44
6% de microsílíce	3	10.14	20.80	18896	39
Promedio		10.13	20.50	16533	42

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 42, se observa la muestra a 3 días con 6% de microsílíce; la primera muestra = 44 kg/cm², segunda muestra = 39 kg/cm², dando un promedio de tracción = 42 kg/cm².

Tabla 43. Efecto de rotura a tracción adicionando 6% de microsílíce a 7 días

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	TRACCIÓN (KG/CM ²)
6% de microsílíce	7	10.12	20.30	14556	45
6% de microsílíce	7	10.08	20.30	13098	41
Promedio		10.10	20.30	13827	43

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 43, se observa la muestra a 7 días con 6% de microsílíce; la primera muestra = 45 kg/cm², segunda muestra = 41 kg/cm², dando un promedio de tracción = 43 kg/cm².

Tabla 44. Efecto de rotura a tracción adicionando 6% de microsílíce a 14 días.

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	TRACCIÓN (KG/CM ²)
6% de microsílíce	14	10.12	20.60	16379	50
6% de microsílíce	14	10.07	20.40	13999	43
Promedio		10.10	20.50	15189	47

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 44, se observa la muestra a 14 días con 6% de microsílíce; la primera muestra = 50 kg/cm², segunda muestra = 43 kg/cm², dando un promedio de tracción = 47 kg/cm².

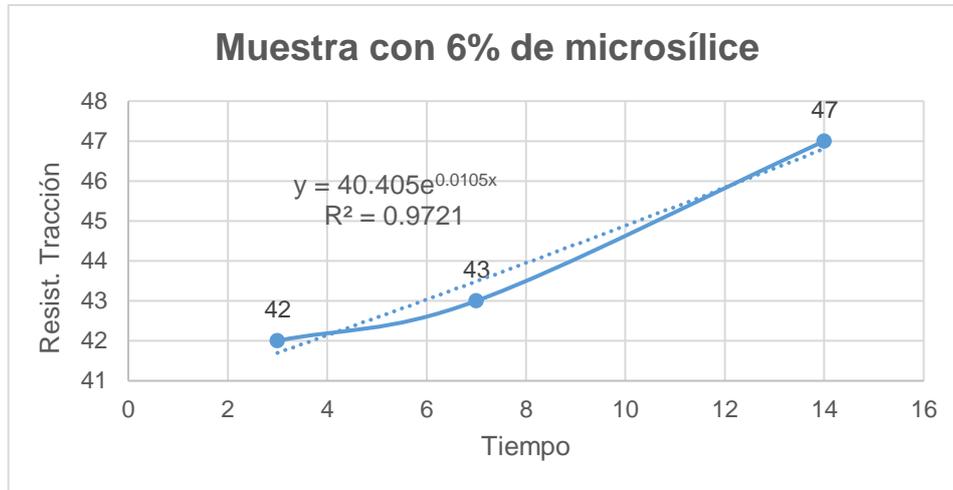


Figura 32. Proyección de rotura a tracción adicionando 6% de microsílíce a 28 días

Interpretación: De la figura 32, se observa con 6% de microsílíce, al tercer día 42 kg/cm², al séptimo día 43 kg/cm², decimocuarto día 47 kg/cm², dando una proyección con línea de tendencia al vigesimocuarto día 54 kg/cm².

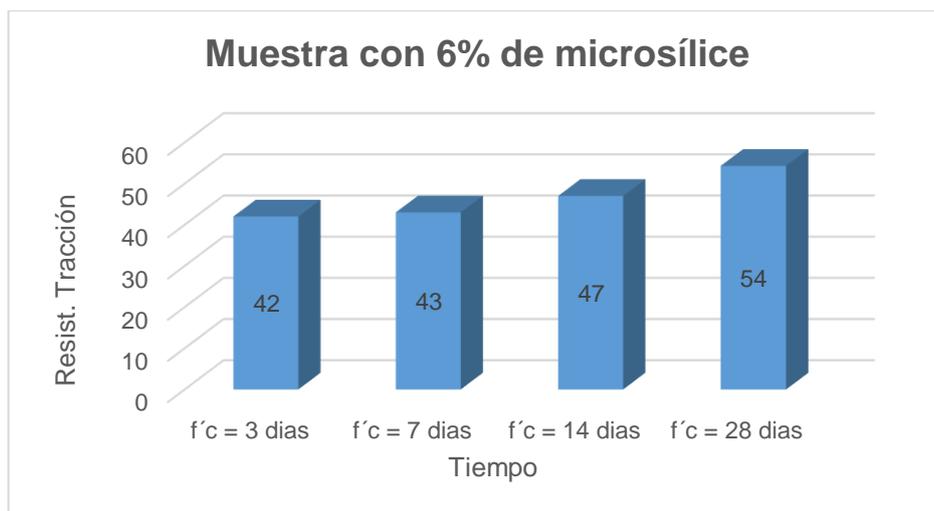


Figura 33. Efecto de rotura a tracción de la muestra adicionando 6% de microsílíce, a cada edad.

Interpretación: De la figura 33, adicionando 6% de microsílíce a la muestra, al tercer día alcanzó 42 kg/cm², al séptimo día alcanzó 43 kg/cm², al decimocuarto día alcanzó 47 kg/cm² y con proyección al vigesimocuarto día alcanzó 54 kg/cm².

Ensayo de concreto alta resistencia adicionando 8% de microsílíce.

Tabla 45. Efecto de rotura a tracción adicionando 8% de microsílíce a 3 días

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	TRACCIÓN (KG/CM ²)
8% de microsílíce	3	10.04	20.60	12895	40
8% de microsílíce	3	10.10	20.50	11694	36
Promedio		10.07	22.55	12295	38

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 45, se observa la muestra a 3 días con 8% de microsílíce; la primera muestra = 40 kg/cm², segunda muestra = 36 kg/cm², dando un promedio de tracción = 38 kg/cm².

Tabla 46. Efecto de rotura a tracción adicionando 8% de microsílíce a 7 días

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	TRACCIÓN (KG/CM ²)
8% de microsílíce	7	10.04	20.35	13498	42
8% de microsílíce	7	10.04	20.30	12096	38
Promedio		10.04	20.33	12797	40

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 46, se observa la muestra a 7 días con 8% de microsílíce; la primera muestra = 42 kg/cm², segunda muestra = 38 kg/cm², dando un promedio de tracción = 40 kg/cm².

Tabla 47. Efecto de rotura a tracción adicionando 8% de microsílíce a 14 días

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	TRACCIÓN (KG/CM ²)
8% de microsílíce	14	10.07	20.40	14927	46
8% de microsílíce	14	10.08	20.60	12343	38
Promedio		10.08	20.50	13635	42

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 47, se observa la muestra a 14 días con 8% de microsílíce; la primera muestra = 46 kg/cm², segunda muestra = 38 kg/cm², dando un promedio de tracción = 42 kg/cm².

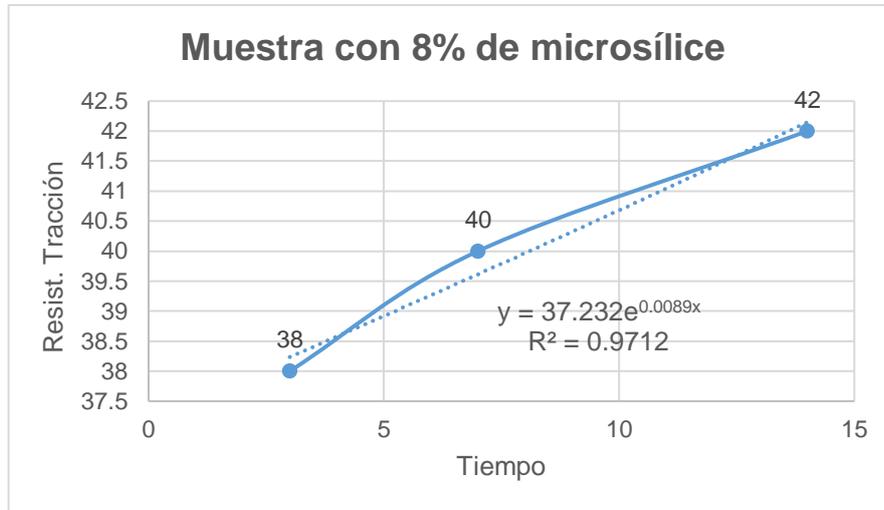


Figura 34. Proyección de rotura a tracción adicionando 8% de microsílíce a 28 días

Interpretación: De la figura 34, se observa con 8% de microsílíce, al tercer día 38 kg/cm², al séptimo día 40 kg/cm², decimocuarto día 42 kg/cm², dando una proyección con línea de tendencia al vigesimocuarto día 48 kg/cm².

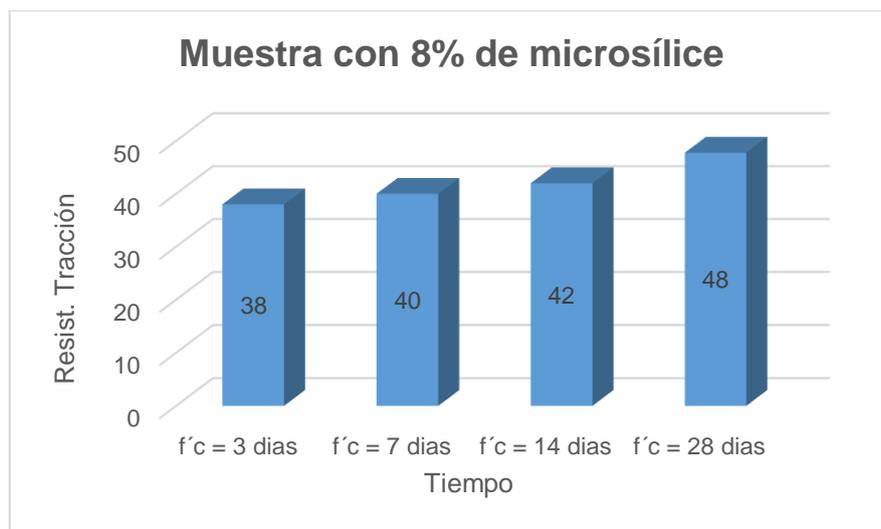


Figura 35. Efecto de rotura a tracción de la muestra adicionando 8% de microsílíce a cada edad.

Interpretación: De la figura 35, adicionando 8% de microsílíce a la muestra, al tercer día alcanzó 38 kg/cm², al séptimo día alcanzó 40 kg/cm², al decimocuarto día alcanzó 42 kg/cm² y con proyección al vigesimocuarto día alcanzó 48 kg/cm².

Ensayo de concreto alta resistencia adicionando 10% de microsílíce.

Tabla 48. Efecto de rotura a tracción adicionando 10% de microsílíce a 3 días

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	TRACCIÓN (KG/CM ²)
10% de microsílíce	3	10.11	20.30	15693	49
10% de microsílíce	3	10.08	20.60	13196	40
Promedio		10.10	20.45	14445	45

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 48, se observa la muestra a 3 días con 10% de microsílíce; la primera muestra = 49 kg/cm², segunda muestra = 40 kg/cm², dando un promedio de tracción = 45 kg/cm².

Tabla 49. Efecto de rotura a tracción adicionando 10% de microsílíce a 7 días

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	TRACCIÓN (KG/CM ²)
10% de microsílíce	7	10.03	20.80	15996	49
10% de microsílíce	7	10.04	20.70	13434	41
Promedio		10.04	20.75	14715	45

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 49, se observa la muestra a 7 días con 10% de microsílíce; la primera muestra = 49 kg/cm², segunda muestra = 41 kg/cm², dando un promedio de tracción = 45 kg/cm².

Tabla 50. Efecto de rotura a tracción adicionando 10% de microsílíce a 14 días

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	CARGA (KG)	TRACCIÓN (KG/CM ²)
10% de microsílíce	14	10.09	20.50	17501	54
10% de microsílíce	14	10.06	20.40	15390	48
Promedio		10.08	20.45	16446	51

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 50, se observa la muestra a 14 días con 8% de microsílíce; la primera muestra = 54 kg/cm², segunda muestra = 48 kg/cm², dando un promedio de tracción = 51 kg/cm².

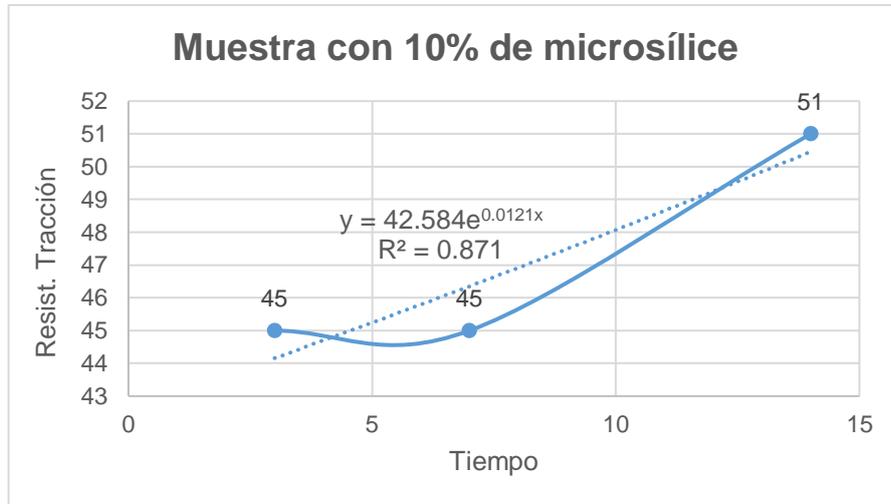


Figura 36. Proyección de rotura a tracción adicionando 10% de microsílíce a 28 días.

Interpretación: De la figura 36, se observa con 10% de microsílíce, al tercer día 45 kg/cm², al séptimo día 45 kg/cm², decimocuarto día 51 kg/cm², dando una proyección con línea de tendencia al vigesimocuarto día 60 kg/cm².

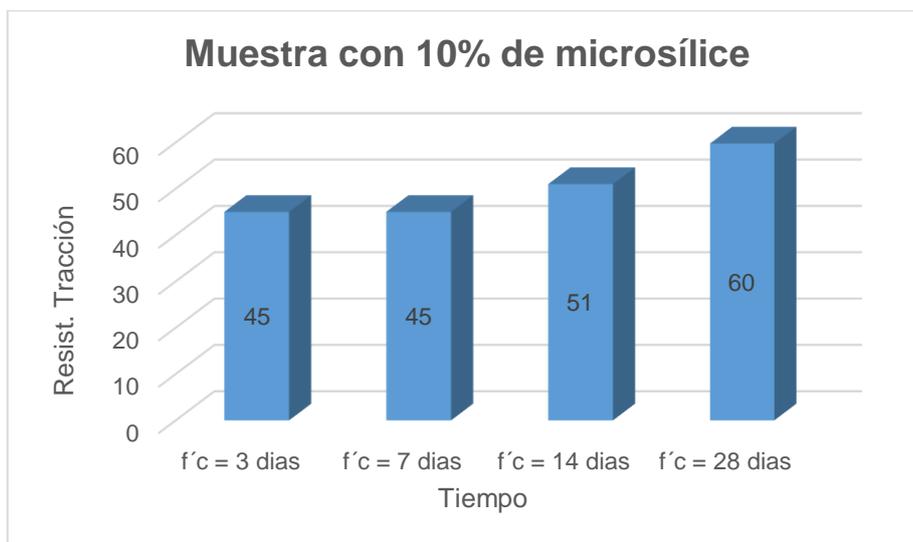


Figura 37. Efecto de rotura a tracción de la muestra adicionando 10% de microsílíce a cada edad.

Interpretación: De la figura 37, adicionando 10% de microsílíce a la muestra, al tercer día alcanzó 45 kg/cm², al séptimo día alcanzó 45 kg/cm², al decimocuarto día alcanzó 51 kg/cm² y con proyección al vigesimocuarto día alcanzó 60 kg/cm².

Resumen de ensayos de concreto alta resistencia a tracción.

Tabla 51. Resumen de resultados de resistencia a tracción

RESISTENCIA A TRACCIÓN				
TIEMPO	0% PATRÓN	6% MICROSÍLICE	8% MICROSÍLICE	10% MICROSÍLICE
3 días	43	42	38	45
7 días	45	43	40	45
14 días	45	47	42	51
28 días	48	54	48	60

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 51, se observa el resumen de resistencia a tracción de las muestras con incorporación de 2.2% de aditivo superplastificante y 6%, 8%, y 10% de microsilíce.

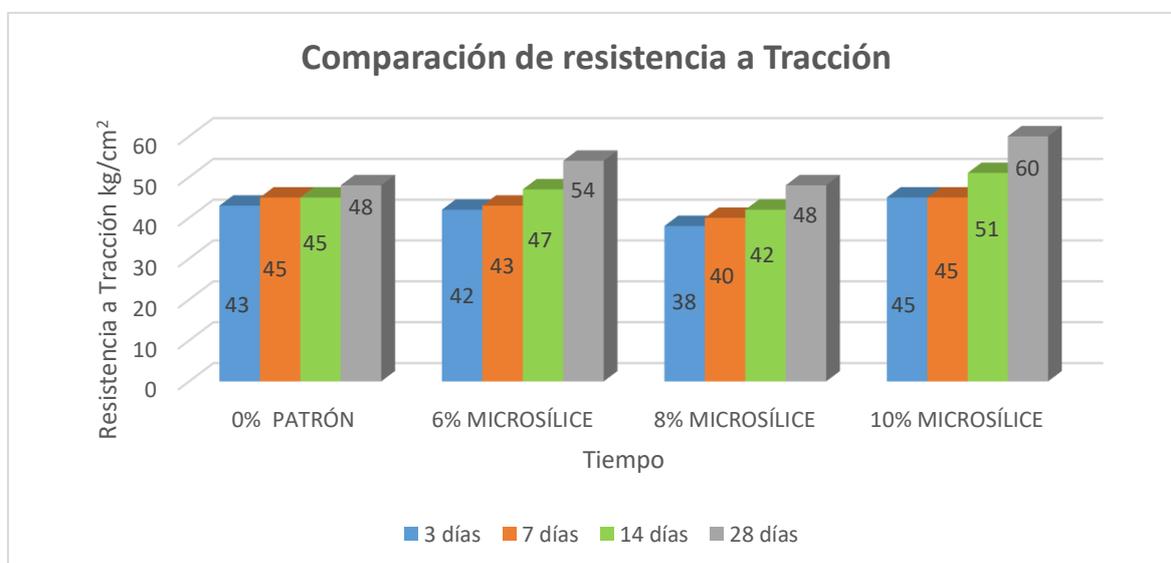


Figura 38. Resumen de efecto de rotura a tracción a cada edad.

Interpretación: De la figura 38, se observa el resumen de resistencias a tracción de la muestra patrón adicionando el 2.2% de aditivo superplastificante, a cada edad, y resumen de resistencias de la muestra adicionando 6%, 8% y 10% de microsilíce, a cada edad.

EVALUACIÓN EN FLEXIÓN

Muestra patrón adicionando 2.2% de aditivo superplastificante Euco 537 a la edad de 14 días

Tabla 52. Efecto de rotura a flexión adicionando 2.2% de microsílíce a 14 días

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	LARGO (CM)	ANCHO (CM ²)	ALTURA (KG)	CARGA (KG)	FLEXIÓN (KG/CM ²)
patrón	14	50	15	15	5300	70.7

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 52, se observa la muestra a 14 días con 2.2% de Euco 537; dando la única muestra patrón a flexión = 70.7 kg/cm².

Ensayo de concreto alta resistencia adicionando 6% de microsílíce.

Tabla 53. Efecto de rotura a flexión adicionando 6% de microsílíce a 14 días

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	LARGO (CM)	ANCHO (CM ²)	ALTURA (KG)	CARGA (KG)	FLEXIÓN (KG/CM ²)
6% de microsílíce	14	50	15	15	6800	90.7

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 53, se observa la muestra a 14 días con 6% de microsílíce; dando la única muestra a flexión = 90.7 kg/cm².

Ensayo de concreto alta resistencia adicionando 8% de microsílíce.

Tabla 54. Efecto de rotura a flexión adicionando 8% de microsílíce a 14 días

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	LARGO (CM)	ANCHO (CM ²)	ALTURA (KG)	CARGA (KG)	FLEXIÓN (KG/CM ²)
8% de microsílíce	14	50	15	15	6800	101.3

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 54, se observa la muestra a 14 días con 8% de microsílíce; dando la única muestra a flexión = 101.3 kg/cm².

Ensayo de concreto alta resistencia adicionando 10% de microsílíce.

Tabla 55. Efecto de rotura a flexión adicionando 10% de microsílíce a 14 días

MUESTRA	EDAD (DÍAS)	LARGO (CM)	ANCHO (CM ²)	ALTURA (KG)	CARGA (KG)	FLEXIÓN (KG/CM ²)
10% de microsílíce	14	50	15	15	6800	116.0

Fuente: propio del autor

Interpretación: De la tabla 55, se observa la muestra a 14 días con 10% de microsílíce; dando la única muestra a flexión = 116 kg/cm².

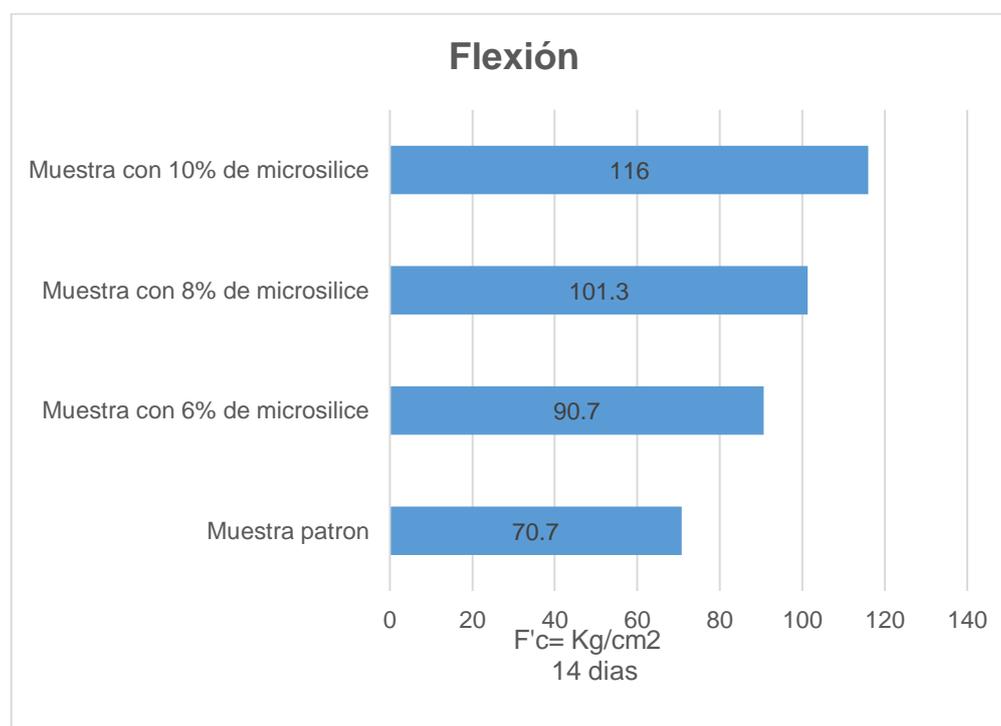


Figura 39. Efecto de rotura a flexión de la muestra adicionando 6%, 8% y 10% de microsílíce, al décimo catorce días.

Interpretación: De la figura 39, la muestra patrón adicionando el 2.2% de aditivo superplastificante, a edad de 14 días alcanzó los 90.7 kg/cm² de resistencia, adicionando el 6% de microsílíce, a edad de 14 días alcanzó los 90.7 kg/cm² de resistencia, adicionando 8% de microsílíce, a edad de 14 días alcanzó los 101.3 kg/cm² de resistencia y adicionando 10% de microsílíce, a edad de 14 días alcanzó los 116 kg/cm² de resistencia.

V. DISCUSIÓN

Respecto al primer objetivo: Vega (2019), en su investigación concluyó que al adicionar 10%, 15% y 20% de microsílíce, su asentamiento varía de 3" en un inicio, hasta 4" de slump en las dos últimas. García (2018), en su investigación concluyó que al adicionar 0.8% de aditivo superplastificante y 4%, 6%, 8% de microsílíce, obtuvo 5 1/5", 4 2/5", 3 4/5", 5 1/5" y 3 1/2", como asentamiento.

Los resultados obtenidos al adicionar 2.2% de aditivo superplastificante, con 0%, 6%, 8%, 10% de microsílíce, fueron de 3 1/2" en un inicio, y baja hasta 3" de asentamiento en las 3 últimas. Se compara que la tesis de Vega estuvo entre 3"-4" de asentamiento. La tesis de García estuvo entre 3 1/2" – 5 1/5" de asentamiento.

Respecto al segundo objetivo: Vega (2019) en su investigación concluye que en un inicio obtuvo 29.8 °C, luego adiciona 10%, 15% y 20% de microsílíce en proporciones parciales respecto del cemento, alcanzando temperaturas de 27.9°C, 24.1°C y 20.8°C, siendo esta última la más baja. García (2018) en su investigación al adicionar 1.6% de aditivo superplastificante y 4%, 6%, y 8% de microsílíce, su resultado fue de 19.6°C, 21°C y 20.7°C respectivamente. En el desarrollo de mi investigación, al adicionar 0%, 6%, 8% y 10% de microsílíce al hormigón, su temperatura alcanzó medidas de 29.4°C, 28°C, 26.9°C y 26.2°C respectivamente. Se compara que Vega con 10% microsílíce alcanzó 27.9 °C y el presente informe se llegó a 26.2°C con 10% de microsílíce, llegando a tener una diferencia de 1.7°C. También se compara que García con 8% de microsílíce alcanzó 20.7°C y el presente informe se llegó a 26.9°C con 8% de microsílíce.

Respecto al tercer objetivo: Sangay (2017) en su investigación, utilizó un superplastificante Euco 1037 en proporción parcial del cemento de 0%, 1.2%, 1.4% y 1.7%, donde obtuvo al séptimo día a presión a compresión de 207.94 kg/cm², 308.53 kg/cm², 332.17 kg/cm² y 366.94 kg/cm² respectivamente.

En el desarrollo de mi investigación se utilizó un aditivo superplastificante Euco 537 en 2.2% respecto del material cementicio, los resultados obtenidos de la rotura del concreto, en estado endurecido a edades de 3, 7, 14 y proyectado a 28 días fue: Para la resistencia a compresión promedio se obtuvo, 523 kg/cm²,

538 kg/cm², 542 kg/cm² y con proyección 567 kg/cm² respectivamente. Se compara que a 7 días su resistencia más alta fue 366.94 kg/cm² con 1.7% de Euco 1037 y se compara que a 7 días con 2.2% de Euco 537 se llegó a 542 kg/cm² a 7 días. Con una diferencia de 175.06 kg/cm².

Respecto al cuarto objetivo para la resistencia a compresión, Cajilema y Morales (2020) menciona que al añadir 2% de aditivo superplastificante y 3%, 6%, 9%, y 12% de microsílíce, obtuvo resultados de rotura del concreto a 7 días valores como: 623 kg/cm², 567.6 kg/cm², 566 kg/cm², 454.5 kg/cm². En mi proyecto de investigación se utilizó 2.2% de aditivo superplastificante y 0%, 6%, 8%, y 10% de microsílíce, se obtuvo resultados de rotura del concreto a 7 días valores como: 538 kg/cm², 615 kg/cm², 565 kg/cm² y 568 kg/cm² respectivamente.

Para el ensayo a tracción, Cajilema y Morales (2020) menciona que al añadir 2% de aditivo superplastificante y 3% de microsílíce, obtuvo resultados de rotura promedio del concreto a 28 días un valor de 63.83 kg/cm². En mi proyecto de se utilizó 2.2% de aditivo superplastificante y 0%, 6%, 8%, y 10% de microsílíce, se obtuvo a 14 días valores de 45 kg/cm², 47 kg/cm², 42 kg/cm², 51 kg/cm². La proyección a 28 días con 0%, 6%, 8%, y 10%, se obtuvo 48 kg/cm², 54 kg/cm², 48 kg/cm² y 60 kg/cm².

Para la resistencia a flexión, Cajilema y Morales (2020) menciona que al añadir 2% de aditivo superplastificante y 3% de microsílíce, obtuvo resultados de rotura promedio del concreto a 28 días un valor de 99.22 kg/cm². En mi proyecto a 14 días con 0%, 6%, 8%, y 10%, se obtuvo 70.7 kg/cm², 90.70 kg/cm², 101.3 kg/cm², 116 kg/cm². Se discute que, a pesar de tener menor días de rotura, existe una diferencia de 16.8 kg/cm² a favor del presente estudio.

Respecto al quinto objetivo: Cruz (2017) en su investigación, nos dice que la dosis óptima de su hormigón de alto desempeño, con un reemplazo parcial de 1.5% de superplastificante y 10% de microsílíce, obtenido a los 28 días fue de 56 kg/cm². Para el desarrollo de mi investigación se obtuvo un hormigón de alto desempeño adicionando 2.2% de superplastificante y 10 % de microsílíce, con una sustitución parcial del material cementicio, se obtuvo 51 kg/cm² a 14 días. Con una diferencia de 4 kg/cm², cabe mencionar que se comparó en el presente informe a 14 días.

Por otro lado, Cruz (2017) en su estudio nos dice que el porcentaje óptimo para el hormigón de alto desempeño, con 1.5% de superplastificante y 10% de microsilíce, a 28 días obtuvo 56 kg/cm² de resistencia a flexión. En mi investigación se desarrolló un hormigón de alto desempeño, con adición de 2.2% de superplastificante y 10% microsilíce a 14 días, se obtuvo 116 kg/cm² resistencia a flexión. Se obtuvo una diferencia notable a favor de 60 kg/cm², a pesar de solo haber roto a 14 días.

VI. CONCLUSIONES

Primero, se concluye que el asentamiento que pueda tener un hormigón de alta resistencia, estando entre 3" a 4", se debe a la buena manipulación del microsilíce y a una buena dosificación agua cemento. También al adicionar superplastificante Euco 537 ayuda a su trabajabilidad y fluidez del hormigón de alto desempeño en su estado fresco.

Segundo, el hormigón evolucionó favorablemente, aunque en un inicio incrementó demasiado la temperatura de 27.9°C y baja hasta 20.8°C, después de la segunda muestra se mantuvo constante. Se concluyó que el microsilíce ayudó a mantener la temperatura o bajarla un porcentaje óptimo, en un tiempo moderado.

Tercero, al adicionar superplastificante Euco 537 elevó su resistencia y mejoró sus propiedades mecánicas, en estado endurecido. Esto da entender que los datos obtenidos en laboratorio son correctos y exactos donde se encontró la mejor resistencia es de 542 kg/cm² a 14 días y con una proyección estimada de 567 kg/cm² a 28 días. Cuando se procedió a romper las probetas, ya sea a compresión, tracción y flexión, se observó cuánto se opuso las probetas y sus datos obtenidos, nos dicen que el aditivo es aceptable para el uso en construcciones.

Cuarto, se concluye que, al cuantificar el material, se obtuvo una relación directamente proporcional con su resistencia, al momento de adicionar microsilíce gradualmente aumenta la resistencia y llega a ser aceptable para poder ser usados en una construcción. La resistencia mayor a compresión que

se alcanzó fue de 615 kg/cm², la resistencia mayor a presión fue de 54 kg/cm² y la resistencia mayor a flexión fue de 116 kg/cm².

Quinto, la dosificación que mejor respondió al comportamiento del concreto en su estado fresco y endurecido, fue cuando se ha desarrollado varias tandas de prueba para encontrar la mejor dosificación óptima de nuestros materiales. Por ende, nos brinda mejores resultados en sus propiedades físicas y mecánicas.

VII. RECOMENDACIONES

Cabe precisar que los productos utilizados para el desarrollo de esta investigación se recomiendan utilizar en zonas costeras, ya que en otro clima se necesitaría otras especificaciones al uso, como en zonas altas.

Tener presente el control de su temperatura y humedad del hormigón al proceso del mezclado, para una mejor fluidez del mismo. Ya que los aditivos utilizados tienden a absorber muy rápido el agua y a elevar su temperatura en un inicio.

Al usar aditivos superplastificantes ayudan a la trabajabilidad del concreto, sin embargo, no se puede tener mucho tiempo sin trabajar, Lo vuelve más dificultoso al momento de utilizarlo.

Se recomienda al momento de utilizar microsíllica cuidarse de ráfaga de viento en el ambiente, ya que al ser muy fino se puede dispersarse y después afectar al concreto en sus propiedades tanto físicas como mecánicas

Para futuros estudios se recomienda utilizar microsíllice y aditivo superplastificante en proporciones mayores al empleado en la investigación, debido a tener buenos resultados. También tener en cuenta el orden y tiempo de mezclado de los materiales. Se recomienda tener mucho cuidado al momento de pesar, se deberá contar con balanzas de alta sensibilidad y alta precisión. Los equipos deben estar bien calibrados.

REFERENCIAS

ABANTO, Flavio. Tecnología del concreto. 3ra ed. San Marcos. Perú, 2017. ISBN 9786123154639

ABDULAZIZ, Alaskar. Early Volume Change of High-Performance Concrete. Tesis (Doctorado en Filosofía) Toronto: Universidad de Toronto, 2017. Disponible en <https://tspace.library.utoronto.ca/handle/1807/93277>

ACHAHUANCO, Gary y GUTIÉRREZ Alex. Optimización de concretos estructurales $F'C = 210 \text{kg/cm}^2$ y $F'C = 280 \text{kg/cm}^2$, sobre sus propiedades mecánicas con adición de microsílice. Tesis (para optar el título de Ingeniero Civil) Cusco: Universidad nacional de San Antonio Abad de Cusco, 2019. Disponible en <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/4498>

ALMARSHOUD, Mohammed. Enhanced Analysis Tools and Measurement Methods to Evaluate Concrete Transport Properties. Tesis (Doctorado en Filosofía) Estados Unidos: Universidad de Florida, 2019. Disponible en <https://ufdc.ufl.edu/UFE0054195/00001>

ALSHAMMARI, Saleh. The effect of nano silica on porosity and strength. Tesis (Maestría en Ciencias de Ingeniería Civil) Dayton, Ohio: Universidad de Dayton, 2018. Disponible en https://etd.ohiolink.edu/pg_10?0::NO:10:P10_ACCESSION_NUM:dayton1544644895468858

ALVAREZ, José. Solución de gran durabilidad. *Constructivo*. Lima (122):74-78 ISSN 2226-3470

AMERICAM Concrete Institute. Requisitos para concreto estructural y comentarios (ACI 318S—14). Farmington Hills, U. S. A. 2015. 587 pp. ISBN 9780870319648

ARELLANO, Marlon y FIERRO Juber. Hormigón de alta resistencia con Nanosilice. Tesis (para optar el título de Ingeniero Civil) Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2018. Disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/46906>

ARRIETA Ronald y MEDINA, Daniel. Optimización del diseño de mezclas de concreto de alto desempeño utilizando materiales de procedencia nacional. Tesis (para optar el título de Ingeniero Civil) Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2019. Disponible en <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/14552>

ASSI, Lateef. Cost and Fuel Usage Optimization of Activating Solution Based Silica Fume Geopolymer Concrete. Tesis (Maestría en Ciencias en Gestión de Ingeniería) Estados Unidos: Universidad de Carolina del Sur, 2017. Disponible en <https://scholarcommons.sc.edu/etd/4037/>

ASTM C39. 2020. Método de prueba estándar para resistencia a la compresión de probetas de hormigón cilíndrico. AENOR. 2020.

BACUILIMA, Álvaro y GUILLÉN, Wilson. Diseño de una mezcla de hormigón de alta resistencia y su comportamiento en una viga de hormigón armado sometida a cargas de flexión. Tesis (para optar el título de Ingeniero Civil) Ecuador: Universidad de Cuenca, 2019. Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/32377>

BEDON, Jorge. Diseño óptimo para obtener concreto de alta resistencia para obras civiles en zonas altoandinas del Perú. *Aporte Santiaguino*. [en línea]. 9 N°2 Huaraz 2016. [Fecha de consulta: 26 de septiembre de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.32911/as.2016.v9.n2.195> ISSN 2616-9541

BERNAL, Daniel. Optimización de la resistencia a compresión del concreto, elaborado con cementos tipo I y aditivos superplastificantes. Tesis (Maestría en Ciencias) Cajamarca: Universidad nacional de Cajamarca, 2017. Disponible en <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1233>

CAJILEMA, Jairo y MORALES, Jerson. Incidencia del microsílíce en el diseño de hormigón de alta resistencia (Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil) Quito: Universidad central del Ecuador, 2020. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/20603>

CANUL, Jennifer. Uso de aditivos químicos para mejorar la durabilidad de concretos de alto desempeño con humo de sílice. Tesis (Maestría en Ciencias con orientación en materiales de construcción) México: Universidad Autónoma de Nuevo León, 2017. Disponible en <http://eprints.uanl.mx/14376/>

CRITICAL parameters for the compressive strength of high- strength por Hoang Nam [et al]. *Cement and concrete composites*. 82. Singapur, septiembre 2017. ISSN 0958-9465

CRUZ, Shirley. Concreto de alto desempeño con reemplazo parcial del cemento por microsílíce utilizando aditivo superplastificante en la región de Puno. Tesis (para optar el título de Ingeniero Civil) Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, 2017. Disponible en <http://www.repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/1468>

EUCO 537 Aditivo reductor de agua de alto rango con retardo. Química Suiza Industrial del Perú. Hoja Técnica / JM. Versión 02-QSI. Agosto 2020.

FERNÁNDEZ, A., MORALES, J., SOTO, F. Evaluación del comportamiento de la resistencia a compresión del concreto con la aplicación del superplastificante

PSP NLS, para edades mayores a 28 días. *Revista Ingeniería UC.23* (2): 197-203 Venezuela, 2 de agosto de 2016. ISSN 1316-6832

FRANCISCO, Andrés. Estudio de un nuevo método de adición de microsílíce en materiales de base cemento. Tesis (Máster en Ingeniería de estructuras cimentaciones y materiales) Madrid: Universidad politécnica de Madrid, 2016. Disponible en http://oa.upm.es/44869/1/Tesis_master_Andres_Ismael_Francisco_Moncion.pdf

GARCIA, Luis. Concreto de alto desempeño utilizando hormigón con adición de microsílíce y superplastificante en la ciudad de Huancayo Tesis (para optar el título de Ingeniero Civil) Huancayo: Universidad nacional del centro del Perú, 2018. Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4908>

HEREDIA, Edinson. Diseño de concreto de alta resistencia $f'c=900$ kg/Cm², usando agregados del Río Huallaga para la ciudad de Tarapoto. Tesis (para optar el título de Ingeniero Civil) Perú: Universidad nacional de San Martín, 2017. Disponible en <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2433>

HIGH Performance Concrete Materials with Applications in Building and Civil Engineering por Peng Zhang [et al]. *Journal of Engineering*. [s.l.], Abril 2017. Article ID 8161026

HOFGÅRD, Daniel y SUNDKVIST, John. Climate enhanced concrete in the civil engineering industry. Tesis (Maestría en ciencias) Suecia: KTH Real Instituto de Tecnología, 2020. Disponible en <http://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1453363&dswid=OATDFullTextWindow>

HOWLAND, Juan y ACEVEDO, Jorge. Estudio de las proporciones óptimas de microsílíce y nanosílíce en hormigones de alto desempeño por durabilidad,

mediante un diseño de experimento de tipo hexagonal. *Revista Cubana de Ingeniería*. [en línea]. 7 N° 2. Mayo - agosto 2016. [Fecha de consulta:25 de septiembre de 2020]. Disponible en <https://rci.cujae.edu.cu/index.php/rci/article/view/446> ISSN 2223 -1781

HUALLPAMAYTA, Yonel y HUAMANÑAHUI, Margot. Análisis de la resistencia a compresión y tracción de un concreto de alta resistencia $f'c=420$ kg/cm² adicionado con microsílíce, por exposición directa al fuego. Tesis (para optar el título de Ingeniero Civil) Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2019. Disponible en <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/3191>

HUMO de sílice en hormigón [en línea]. Silica Fume Association y Federal Highway Administration. Lovettsville, Virginia. [Fecha de consulta:24 de setiembre de 2020] Disponible en <https://www.silicafume.org/general-concrete.html>

INFLUENCIA de las teorías de alto microsílícato sobre las propiedades del hormigón endurecido y no fresco por Pablo Virgolino [et al]. *Revista Brasileña de Desarrollo*. [en línea]. 6 N°2. Curitiba, febrero 2020. [Fecha de consulta:10 de octubre de 2020]. Disponible en <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/6666> ISSN 2525-8761

LEE, Heesun. Establishing Performance Limits at Ages that Are Appropriate for SCM Concrete. Tesis (Maestría en Ciencias Aplicadas) Canadá: Universidad de Toronto, 2018. Disponible en <https://tspace.library.utoronto.ca/handle/1807/89486>

MICROSÍLICE sin densificar adición para concreto y morteros en polvo. Química Suiza Industrial del Perú. Hoja Técnica / JM. Versión 01-QSI. Enero 2016

MICROSÍLICE. *EUCLID Group Toxement*. Versión 2016, Colombia.

MOREJÓN, Lurdes. Morteros de cemento con adiciones de humo de sílice y nanosilice. Tesis (Máster en Ingeniería de las estructuras cimentaciones y materiales) Madrid: Universidad politécnica de Madrid, 2015. Disponible en <http://oa.upm.es/38407/>

NIVELES de investigación [Blog] [Fecha de consulta: 12 de setiembre del 2020]
Recuperado de: <http://tallerdeinvestigaci1.blogspot.com/2016/09/niveles-de-investigacion.html>

NTP. 400.012:2018 Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima, Perú. INACAL, 2018.

NTP. 400.017:2020. Método de ensayo para determinar el peso unitario de los agregados. Lima, Perú. INACAL, 2020.

NTP. 400.022:2018. Método de ensayo para determinar el peso específico y la absorción del agregado fino. Lima, Perú. INACAL, 2018.

NTP. 339.034:2015. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Lima, Perú. INACAL, 2015.

NTP. 339.084:2017. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica. Lima, Perú. INACAL, 2017.

NTP. 339.078: 2017. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. Lima, Perú. INACAL, 2017

PACHACUTEC, Yehude y VILCA, Ninger. Estudio comparativo de la determinación de propiedades de resistencia en el concreto utilizando micro y nano sílice con agregados de la cantera Cutimbo -Puno. Tesis (para optar el título de Ingeniero Civil) Puno: Universidad nacional del Altiplano, 2018. Disponible en <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7092>

PROPIEDADES reológicas y mecánicas de un hormigón autocompactante con adición de nano-sílice y micro-sílice por E. Sánchez [et al]. *Revista Alconpat*. [en línea]. 6 N° 1. Enero - abril 2016. [Fecha de consulta:4 de octubre de 2020]. Disponible en <https://revistaalconpat.org/index.php/RA/article/view/111> ISSN 2007-6835

RILEY, Amelia. A Study of the Durability in Class-M Concrete due to Chloride Permeability. Tesis (Maestría en Ciencias en Ingeniería Civil / Estructural) Morgantown: Universidad de Virginia Occidental, 2018. Disponible en <https://researchrepository.wvu.edu/etd/3981/>

RIVVA, Enrique. Concreto de alta resistencia. 2da ed. Tomo 1, Lima. ICG. Hecho el depósito legal a la biblioteca nacional del Perú n°2010-09209, 2010.

RIVVA, Enrique: Concreto de alta resistencia. 2da ed. Tomo 5, Lima. ICG, 2002.

RIVVA, Enrique. Diseño de mezcla. 4ta ed. Perú [s.n.], 2019.

SANES, Daniel. Influencia de microfibras de polipropileno y microsílice en la resistencia de concretos de 4000 y 3000 psi. (Proyecto de grado para optar al título de magister en ingeniería) Colombia: Universidad Tecnológica de Bolívar, 2017. Disponible en <https://repositorio.utb.edu.co/handle/20.500.12585/2366>

SANGAY, Nielser. Influencia del aditivo EUCON 1037 en la resistencia a la compresión de un concreto de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$. Tesis (para optar el título de Ingeniero Civil) Cajamarca: Universidad nacional de Cajamarca, 2017. Disponible en <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1006#:~:text=Al%20finalizar%20con%20el%20trabajo,la%20mezcla%20que%20no%20presenta>

SHANAHAN, Natallia. Interaction of Cementitious Systems with Chemical Admixtures. Tesis (Doctorado en Filosofía) Estados Unidos: Universidad de Florida del Sur, 2016. Disponible en <https://scholarcommons.usf.edu/etd/6386/>

SNIDARICH, Richard. Development of non-proprietary ultra-high-performance concrete. Tesis (Maestría en Ciencias de Ingeniería Civil) Bozeman: Universidad estatal de Montana, 2017. Disponible en <https://scholarworks.montana.edu/xmlui/handle/1/14898>

SONG, Zhe. High performance and ultra-high-performance concrete with locally available materials from Saskatchewan. Tesis (Maestría en Ciencias de Ingeniería Civil) Canadá: Universidad de Saskatchewan, 2016. Disponible en <https://harvest.usask.ca/handle/10388/7693>

VEGA, Eric. Evaluación experimental del uso de microsílíce para la elaboración de concreto de alta resistencia. Tesis (para optar el título de Ingeniero Civil) Piura: Universidad de Piura, 2019. Disponible en <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4334>

YUNGÁN, Klever. Estudio comparativo de la resistencia a compresión entre el hormigón ($f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$), hormigón con adición de microsílíce y hormigón con adición de ceniza de cáscara de trigo utilizando agregados pertenecientes a la planta de trituración "Jaime Vaca" del cantón tena de la provincia del Napo. (Trabajo experimental previo a la obtención del título de Ingeniero Civil).

Ecuador: Universidad técnica de Ambato, 2017. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25571>

ANEXOS

Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “Análisis del comportamiento del concreto de alta resistencia adicionando microsilice y aditivo superplastificante para determinar sus propiedades físico - mecánica, Lima - 2020”

AUTOR: JORGE OMAR GARCÍA ALONSO

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES		METODOLOGIA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente: Microsilice y aditivo superplastificante		<p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Método: Científico Se utilizó el método científico; ya que se menciona un problema de interés, el cual se puso a prueba con la hipótesis formulada.</p> <p>Tipo: Aplicada Es de tipo aplicada, porque se utilizó los conceptos y conocimientos básicos aprendidos para aplicarlos de forma práctica a un problema y se dio soluciones con la finalidad de beneficiar a la sociedad.</p> <p>Nivel: Descriptivo (Hernández, 2014, Pg.92), el estudio descriptivo tiene por fin “especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis”.</p> <p>Diseño: Experimental Se basa en un diseño experimental por ensayos en laboratorios.</p> <p>METODO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>POBLACIÓN: Todos las Probetas que en su totalidad son 52, siendo estos con sus respectivas características como longitud y condiciones actuales.</p> <p>MUESTRA: Son cada una de la 52 probetas a trabajar.</p> <p>TECNICA: El trabajo de investigación utilizo una técnica de la observación directa a los hechos más relevantes.</p> <p>INSTRUMENTO: Se utilizará como instrumento fichas de recolección de datos propuesto por el investigador y equipos de laboratorio de tecnología de concreto.</p>
¿En qué forma al concreto de alta resistencia adicionando microsilice y aditivo superplastificante influyó a sus propiedades físico - mecánica, Lima - 2020?	Analizar al concreto de alta resistencia adicionando microsilice y aditivo superplastificante para mejorar sus propiedades físico - mecánica, Lima - 2020.	El análisis del concreto de alta resistencia adicionando microsilice y aditivo superplastificante determine sus propiedades físico - mecánica, Lima - 2020.	Dimensiones	Indicadores	
			Adicionar un % microsilice	6%	
				8%	
Adicionar un % de aditivo superplastificante Euco 537	10%	2.2%			
Problema Específico	Objetivo Específico	Hipótesis Específico	Variable Dependiente: Concreto alta resistencia		
¿Qué efectos produjo al slump en estado fresco de un concreto de alta resistencia al adicionar microsilice y aditivo superplastificante Euco 537, Lima - 2020?	Determinar los efectos que produjo al slump en estado fresco de un concreto de alta resistencia al adicionar microsilice y aditivo superplastificante Euco 537, Lima - 2020.	La adición de microsilice y aditivo superplastificante Euco 537 mejora el slump en estado fresco de un concreto de alta resistencia, Lima - 2020.	Dimensiones	Indicadores	
			Propiedades en estado fresco	Slump	
¿Qué efectos produce a su temperatura en estado fresco de un concreto de alta resistencia al adicionar microsilice y aditivo superplastificante Euco 537, Lima - 2020?	Determinar los efectos que produjo a su temperatura en estado fresco de un concreto de alta resistencia al adicionar microsilice y aditivo superplastificante Euco 537, Lima - 2020.	La adición de microsilice y aditivo superplastificante Euco 537 mejora su temperatura en estado fresco de un concreto de alta resistencia, Lima - 2020.		Temperatura	
¿Qué efectos produjo a las propiedades en estado endurecido de un concreto de alta resistencia al adicionar 2.2% de aditivo superplastificante Euco 537, Lima - 2020?	Determinar los efectos que produjo a las propiedades en estado endurecido de un concreto de alta resistencia al adicionar, 2.2% de aditivo superplastificante Euco 537, Lima - 2020.	La adición de aditivo superplastificante Euco 537 en 2.2% mejora la resistencia a compresión, tracción y flexión de un concreto de alta resistencia, Lima - 2020.	Propiedades en estado endurecido	Resistencia a la Compresión	
¿Qué efectos produjo a las propiedades en estado endurecido de un concreto de alta resistencia al adicionar 6%, 8% y 10% de microsilice, Lima - 2020?	Determinar los efectos que produjo a las propiedades en estado endurecido de un concreto de alta resistencia al adicionar 6%, 8% y 10% de microsilice, Lima - 2020.	La adición de microsilice en 6%, 8% y 10% mejora la resistencia a compresión, tracción y flexión de un concreto de alta resistencia, Lima - 2020.		Resistencia a la Tracción	
¿Qué efectos produjo la dosis adecuada a las propiedades de un concreto de alta resistencia al adicionar microsilice y aditivo superplastificante Euco 537, Lima - 2020?	Determinar los efectos que produjo la dosis adecuada a las propiedades de un concreto de alta resistencia al adicionar microsilice y aditivo superplastificante Euco 537, Lima - 2020.	La adición de microsilice y aditivo superplastificante Euco 537 mejora con la dosis adecuada sus propiedades de un concreto de alta resistencia, Lima - 2020.		Resistencia a la Flexión	

Fuente: elaboración propia, 2020

Validación de instrumentos

Informe N°1.



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Mg. Lavado Enríquez, Juana Maribel
 Institución donde labora : Universidad Cesar Vallejo
 Especialidad : Metodóloga
 Instrumento de evaluación : Ensayos para un concreto alta resistencia; Granulometría, P.Unit., Cont. Humedad, P. Espec., % absorción y Resistencia a compresión, tracción y flexión.
 Autor de los instrumentos : Jorge Omar, García Alonso

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA ADICIONANDO MICROSILICE Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA ADICIONANDO MICROSILICE Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.			X		
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA ADICIONANDO MICROSILICE Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						48

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Instrumento Valido y Aplicable

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

48

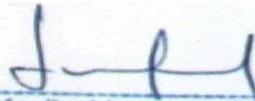
Lima, 08 de septiembre del 2020

J. Maribel Lavado Enríquez
 J. Maribel Lavado Enríquez
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 85930

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO					
NTP. 400.012					
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pulg)	(mm)				
1/2"	12.5				
3/8"	9.5				
N°4	4.75				
N°8	2.36				
N°16	1.18				
N°30	0.6				
N°50	0.3				
N°100	0.15				
FONDO					

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO					
NTP. 400.012					
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pulg)	(mm)				
1"	25.00				
3/4"	19.00				
1/2"	12.50				
3/8"	9.50				
N°4	4.75				
FONDO					

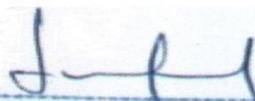
ENSAYO DE TEMPERATURA			
MUESTRA	% SUPERPLASTIFICANTE	% MICROSILICE	TEMPERATURA DEL CONCRETO °C


 J. Maribel Lavado Enriquez
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 85930

ENSAYO DE PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS GRUESO Y FINO (SUELTO Y COMPACTADO)			
NTP. 400.017			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE			
PESO DEL RECIPIENTE			
PESO DE LA MUESTRA SUELTA			
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE			
PESO DEL AGUA			
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE			
PESO UNITARIO SUELTO			

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD			
NTP. 339.158			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA			
PESO DE LA MUESTRA SECA			
CONTENIDO DE AGUA			
CONTENIDO DE HUMEDAD			

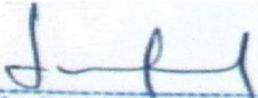
PESO ESPECIFICO Y % ABSORCION				
NTP. 400.022				
DESCRIPCION	SIMB.	CANT	UNIDAD	
P. FIOLA				
PESO ARENA SUPERFICIALMENTE SECA				
PESO ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + P. FIOLA + P. AGUA				
PESO DEL AGUA				
PESO DE LA ARENA SECA				
VOLUMEN DE LA FIOLA				
% ABSORCION				


 J. Maribel Lavedo Enriquez
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 85930

ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO A COMPRESION						
NTP. 339.034						
DESCRIPCION	EDAD (días)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	AREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A COMPRESION (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)

ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO A TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL						
NTP. 339.084						
DESCRIPCION	EDAD (días)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	AREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A TRACCION (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)

ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO A FLEXION							
DESCRIPCION	EDAD DE LA MUESTRA (días)	DIMENSIONES (cm)			AREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA FLEXION (Kg/cm ²)
		LARGO	ANCHO	ALTURA			


 J. Maribel Lavado Enriquez
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 85930



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Mg. Marco Antonio, Tejada Silva
 Institución donde labora : Universidad Nacional de Ingeniería
 Especialidad : Ingeniería Civil
 Instrumento de evaluación : Ensayos para un concreto alta resistencia; Granulometría, P.Unit., Cont. Humedad, P. Espec., % absorción y Resistencia a compresión, tracción y flexión.
 Autor (s) del instrumento (s) : Jorge Omar, García Alonso

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA ADICIONANDO MICROSILICE Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA ADICIONANDO MICROSILICE Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA ADICIONANDO MICROSILICE Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						50

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Instrumento Valido y aplicable.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50

Lima, 08 de septiembre del 2020

MARCO ANTONIO
 TEJADA SILVA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 238900

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO					
NTP. 400.012					
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pulg)	(mm)				
1/2"	12.5				
3/8"	9.5				
N°4	4.75				
N°8	2.36				
N°16	1.18				
N°30	0.6				
N°50	0.3				
N°100	0.15				
FONDO					

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO					
NTP. 400.012					
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pulg)	(mm)				
1"	25.00				
3/4"	19.00				
1/2"	12.50				
3/8"	9.50				
N°4	4.75				
FONDO					

ENSAYO DE TEMPERATURA			
MUESTRA	% SUPERPLASTIFICANTE	% MICROSILICE	TEMPERATURA DEL CONCRETO °C



 MARCO ANTONIO
 TE. JADA SILVA
 Ingenero Civil
 CIP N° 238900

ENSAYO DE PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS GRUESO Y FINO (SUELTO Y COMPACTADO)			
NTP. 400.017			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE			
PESO DEL RECIPIENTE			
PESO DE LA MUESTRA SUELTA			
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE			
PESO DEL AGUA			
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE			
PESO UNITARIO SUELTO			

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD			
NTP. 339.158			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA			
PESO DE LA MUESTRA SECA			
CONTENIDO DE AGUA			
CONTENIDO DE HUMEDAD			

PESO ESPECIFICO Y % ABSORCION			
NTP. 400.022			
DESCRIPCION	SIMB.	CANT	UNIDAD
P. FIOLA			
PESO ARENA SUPERFICIALMENTE SECA			
PESO ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + P. FIOLA + P. AGUA			
PESO DEL AGUA			
PESO DE LA ARENA SECA			
VOLUMEN DE LA FIOLA			
% ABSORCION			


 MARCO ANTONIO
 TEJADA SILVA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 238900

ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO A COMPRESION						
NTP. 339.034						
DESCRIPCION	EDAD (días)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	AREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A COMPRESION (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)

ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO A TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL						
NTP. 339.084						
DESCRIPCION	EDAD (días)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	AREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A TRACCION (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)

ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO A FLEXION							
DESCRIPCION	EDAD DE LA MUESTRA (días)	DIMENSIONES (cm)			AREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA FLEXION (Kg/cm ²)
		LARGO	ANCHO	ALTURA			



MARCO ANTONIO
 TEJADA SILVA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 235900



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Mg. Carlos Alberto, Villegas Martínez
 Institución donde labora : Universidad Nacional de Ingeniería
 Especialidad : Ingeniería Civil
 Instrumento de evaluación : Ensayos para un concreto alta resistencia; Granulometría, P.Unit., Cont. Humedad, P. Espec., % absorción y Resistencia a compresión, tracción y flexión.
 Autor (s) del instrumento (s) : Jorge Omar, García Alonso

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA ADICIONANDO MICROSILICE Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA ADICIONANDO MICROSILICE Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA ADICIONANDO MICROSILICE Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						50

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Aplicable el instrumento.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

50

Lima, 08 de septiembre del 2020



ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO					
NTP. 400.012					
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pulg)	(mm)				
1/2"	12.5				
3/8"	9.5				
N°4	4.75				
N°8	2.36				
N°16	1.18				
N°30	0.6				
N°50	0.3				
N°100	0.15				
FONDO					

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO					
NTP. 400.012					
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pulg)	(mm)				
1"	25.00				
3/4"	19.00				
1/2"	12.50				
3/8"	9.50				
N°4	4.75				
FONDO					

ENSAYO DE TEMPERATURA			
MUESTRA	% SUPERPLASTIFICANTE	% MICROSILICE	TEMPERATURA DEL CONCRETO °C



ENSAYO DE PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS GRUESO Y FINO (SUELTO Y COMPACTADO)			
NTP. 400.017			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE			
PESO DEL RECIPIENTE			
PESO DE LA MUESTRA SUELTA			
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE			
PESO DEL AGUA			
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE			
PESO UNITARIO SUELTO			

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD			
NTP. 339.158			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA			
PESO DE LA MUESTRA SECA			
CONTENIDO DE AGUA			
CONTENIDO DE HUMEDAD			

PESO ESPECIFICO Y % ABSORCION			
NTP. 400.022			
DESCRIPCION	SIMB.	CANT	UNIDAD
P. FIOLA			
PESO ARENA SUPERFICIALMENTE SECA			
PESO ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + P. FIOLA + P. AGUA			
PESO DEL AGUA			
PESO DE LA ARENA SECA			
VOLUMEN DE LA FIOLA			
% ABSORCION			



ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO A COMPRESION						
NTP. 339.034						
DESCRIPCION	EDAD (días)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	AREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A COMPRESION (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)

ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO A TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL						
NTP. 339.084						
DESCRIPCION	EDAD (días)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	AREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A TRACCION (kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)

ENSAYO DE CONCRETO ENDURECIDO A FLEXION							
DESCRIPCION	EDAD DE LA MUESTRA (días)	DIMENSIONES (cm)			AREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA FLEXION (Kg/cm ²)
		LARGO	ANCHO	ALTURA			





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

ABET
 Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

Pág. 1 de 5

INFORME

Del A Obra	: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales : JORGE OMAR GARCIA ALONSO : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA ADICIONADO MICROSÍLICE Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA DETERMINAR SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICA"
Asunto	: Diseño de mezcla $f'c = 800 \text{ Kg/cm}^2$
Expediente N°	: 20-1358
Recibo N°	: 70747
Fecha de emisión	: 21/10/2020

1.0. DE LOS MATERIALES

1.1 Cemento:

Se utilizó cemento SOL Tipo I, proporcionado por el solicitante.

1.2 Agregado Fino:

Consistente en una Muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera CARAPONGO.
Las características se indican en el ANEXO 1.

1.3 Agregado Grueso:

Consistente en una Muestra de PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera CARAPONGO.
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 Aditivo:

Aditivo marca QSI, Reductor de Agua EUCO 537®, con un P.E. de 1.2 g/cm^3 y un %Wcemento de 2.2%.

1.6 Agua:

Se uso agua potable procedente de la red UNI.




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"

Cámara de Ingeniería Civil Acreditada por



Pág. 2 de 5

Expediente N° : 20-1358

2.0 DISEÑO DE MEZCLA FINAL ($f'c = 800 \text{ Kg/cm}^2$) CEMENTO SOL Tipo I

2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Denominación	.....	$f'c = 800 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4"
Relación a/c de diseño	.....	0.27
Relación a/c de obra	.....	0.27
Proporciones de diseño	.....	1 : 1.05 : 1.08
Proporciones de obra	.....	1 : 1.08 : 1.08
Aditivo QSI, Reductor de Agua EUCO 537®	.....	935.0 g. por bolsa de cemento

2.2 CANTIDAD DE MATERIAL DE DISEÑO POR m³ DE CONCRETO

Cemento	.....	680 Kg.
Arena	.....	713 Kg.
Piedra	.....	732 Kg.
Agua	.....	184 L.
Aditivo QSI, Reductor de Agua EUCO 537®	.....	14968.6 g.

2.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA

Cemento	.....	680 Kg.
Arena	.....	738 Kg.
Piedra	.....	737 Kg.
Agua	.....	180 L.
Aditivo QSI, Reductor de Agua EUCO 537®	.....	14968.6 g.

2.4 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	.....	42.50 Kg.
Arena	.....	46.10 Kg.
Piedra	.....	46.05 Kg.
Agua	.....	11.27 L.
Aditivo QSI, Reductor de Agua EUCO 537®	.....	935.0 g.

2.5 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones	.....	CEMENTO	ARENA	PIEDRA
Agua	.....	1	0.96	1.20
Aditivo QSI, Reductor de Agua EUCO 537®	.....	11.27	L/bolsa	
	.....	935.0	g. por bolsa de cemento	

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 : Mag. Ing. M. A. Tejada S.
Técnico : Srta. M.M.Q.



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





ANEXO 1

EXPEDIENTE N° : 20-1358

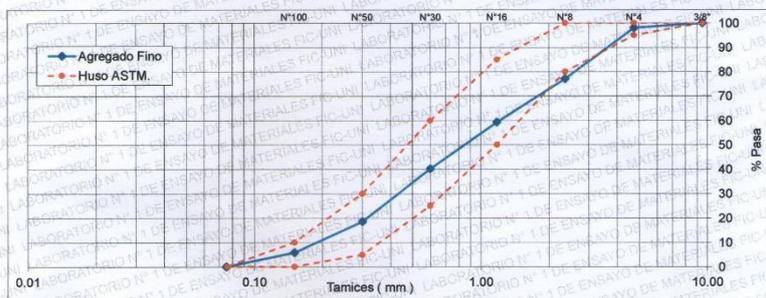
1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO :

Consiste en una Muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera CARAPONGO

A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA. ASTM C 33 HUSO AGR. FINO
(Pulg)	(mm)				
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	100
N°4	4.75	2.0	2.0	98.1	95 - 100
N°8	2.36	21.0	22.9	77.1	80 - 100
N°16	1.18	17.8	40.7	59.3	50 - 85
N°30	0.60	19.1	59.8	40.2	25 - 60
N°50	0.30	21.6	81.4	18.6	5 - 30
N°100	0.15	12.8	94.2	5.8	0 - 10
FONDO		5.8	100.0	0.0	

B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



C) PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza	3.01
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1704
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	1808
Peso Específico (g/cm ³)	2.60
Contenido de Humedad (%)	3.46
Porcentaje de Absorción (%)	1.67

2. OBSERVACIONES:

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

Hecho por : Mag. Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. M.M.Q.

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
ABET
 Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

ANEXO 2

EXPEDIENTE N° : 20-1358

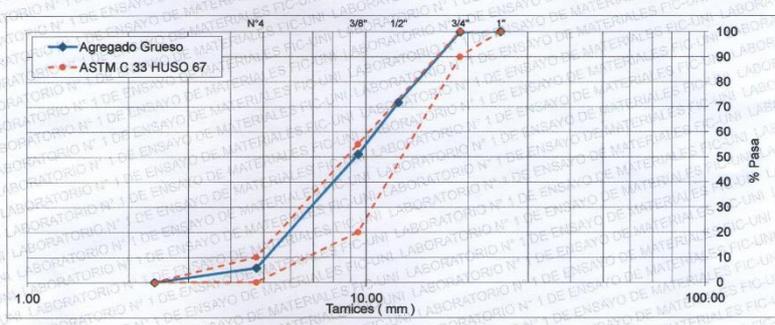
1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO :

Consiste en una Muestra de PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera CARAPONGO.

A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA. ASTM C 33 HUSO 67
(Pulg)	(mm)				
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.00	0.2	0.2	99.8	90 - 100
1/2"	12.50	28.1	28.3	71.7	-
3/8"	9.50	20.6	48.9	51.1	20 - 55
N°4	4.75	45.3	94.3	5.7	0 - 10
FONDO		5.7	100.0	0.0	

B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



C) PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza	6.15
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1351
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	1503
Peso Especifico (g/cm ³)	2.60
Contenido de Humedad (%)	0.69
Porcentaje de Absorción (%)	1.98

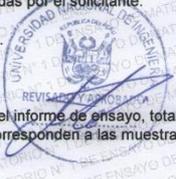
2. OBSERVACIONES:

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

Hecho por : Mag. Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. M.M.Q.

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"

Carerra de Ingeniería Civil Acreditada por



Pág. 5 de 5

ANEXO 3

EXPEDIENTE N° : 20-1358

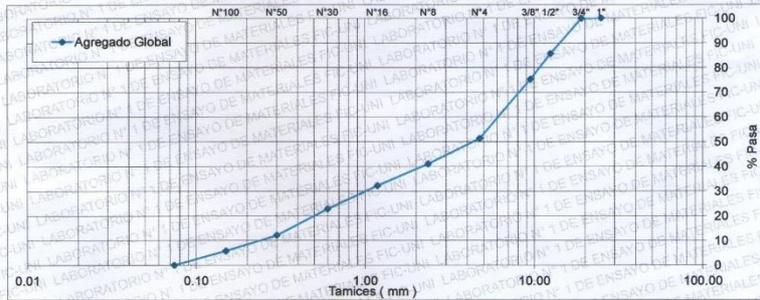
1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GLOBAL :

Consiste en una combinación de ARENA GRUESA procedente de la cantera CARAPONGO y PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera CARAPONGO.

A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		RET.	% RET. ACUM.	% PASA
(Pulg)	(mm)			
1"	25.00	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.1	0.1	99.9
1/2"	12.50	14.2	14.3	85.7
3/8"	9.50	10.5	24.8	75.2
N°4	4.75	23.9	48.7	51.3
N°8	2.36	10.3	59.1	40.9
N°16	1.18	8.8	67.8	32.2
N°30	0.60	9.4	77.3	22.7
N°50	0.30	10.7	87.9	12.1
N°100	0.15	6.3	94.2	5.8
FONDO		5.8	100.0	0.0

B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



C) PROPIEDADES FÍSICAS

Tamaño Nominal Máximo	1/2"
Módulo de Fineza	4.60
% Agregado Grueso	50.64
% Agregado Fino	49.36

2. OBSERVACIONES:

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

Hecho por : Mag. Ing. M. A. Tejada S.
Técnico : Sr. M.M.Q.

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"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : JORGE OMAR GARCIA ALONSO
Obra : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA ADICIONANDO MICROSÍLICE Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA DETERMINAR SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICA, LIMA - 2020"
Asunto : Verificación de diseño de mezcla, Ensayo de Resistencia a la Compresión y Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.
Expediente N° : 20-1684-1
Recibo N° : 71082
Fecha de emisión : 13/11/2020

1. DE LA MUESTRA : El solicitante proporcionó al laboratorio los materiales, la dosificación a utilizar en la mezcla es la desarrollada en la solicitud 20-1358 (PATRON).

	Dosificación en obra:
CEMENTO - SOL TIPO I	680 kg
AGUA de la RED UNI	180 L
ARENA GRUESA CANTERA CARAPONGO	738 kg
PIEDRA CHANCADA CANTERA CARAPONGO	737 kg
ADITIVO - QSI, REDUCTOR DE AGUA EUCCO 537®	14968.6 g

2. MÉTODO DEL ENSAYO : Normas de referencia NTP 339.034:2015, NTP 339.084:2017
 Procedimiento interno AT-PR-12

3. RESULTADOS :
Ensayo de Resistencia a la Compresión

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)
PATRON	3	10.11	80.28	42409	528	523
PATRON	3	10.04	79.09	40961	518	
PATRON	7	10.10	80.04	42331	529	
PATRON	7	10.06	79.49	43536	548	538
PATRON	14	10.18	81.31	43210	531	
PATRON	14	10.11	80.28	44438	554	542

Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)
PATRON	3	10.11	20.45	13694	42
PATRON	3	10.07	20.30	14093	44
PATRON	7	10.11	20.50	13961	43
PATRON	7	10.09	20.40	14962	46
PATRON	14	10.12	20.60	15823	48
PATRON	14	10.11	20.50	13820	42

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

Hecho por : Mag. Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. E.G.V.



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"



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : JORGE OMAR GARCIA ALONSO
Obra : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA ADICIONANDO MICROSÍLICE Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA DETERMINAR SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICA, LIMA - 2020"
Asunto : Verificación de diseño de mezcla, Ensayo de Resistencia a la Compresión y Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.
Expediente N° : 20-1684-2
Recibo N° : 71082
Fecha de emisión : 13/11/2020

1. DE LA MUESTRA : El solicitante proporcionó al laboratorio los materiales, la dosificación a utilizar en la mezcla es la desarrollada en la solicitud 20-1358 (6%).

	Dosificación en obra:
CEMENTO - SOL TIPO I	639.2 kg
AGUA de la RED UNI	180 L
ARENA GRUESA CANTERA CARAPONGO	738 kg
PIEDRA CHANCADA CANTERA CARAPONGO	737 kg
ADITIVO - QSI. REDUCTOR DE AGUA EUCO 537®	14968.6 g
ADICIÓN - MICROSÍLICE 6%	40.8 kg

2. MÉTODO DEL ENSAYO : Normas de referencia NTP 339.034:2015, NTP 339.084:2017
 Procedimiento interno AT-PR-12

3. RESULTADOS : Ensayo de Resistencia a la Compresión

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)
6%	3	10.05	79.33	44863	562	566
6%	3	10.11	80.28	45829	571	
6%	7	10.06	79.41	47923	604	
6%	7	10.11	80.20	50233	626	615
6%	14	10.15	80.91	46658	577	
6%	14	10.08	79.80	46670	585	581

Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)
6%	3	10.11	20.20	14169	44
6%	3	10.14	20.80	12896	39
6%	7	10.12	20.30	14566	45
6%	7	10.08	20.30	13098	41
6%	14	10.12	20.60	16379	50
6%	14	10.07	20.40	13999	43

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

Hecho por : Mag. Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. E. G. V.



M.Sc. 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"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : JORGE OMAR GARCIA ALONSO
Obra : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA ADICIONANDO MICROSÍLICE Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA DETERMINAR SUS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICA, LIMA - 2020"
Asunto : Verificación de diseño de mezcla, Ensayo de Resistencia a la Compresión y Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.
Expediente N° : 20-1684-3
Recibo N° : 71082
Fecha de emisión : 13/11/2020

1. DE LA MUESTRA : El solicitante proporcionó al laboratorio los materiales, la dosificación a utilizar en la mezcla es la desarrollada en la solicitud 20-1358 (8%).

	Dosificación en obra:
CEMENTO - SOL TIPO I	625.6 kg
AGUA de la RED UNI	180 L
ARENA GRUESA CANTERA CARAPONGO	738 kg
PIEDRA CHANCADA CANTERA CARAPONGO	737 kg
ADITIVO - QSL REDUCTOR DE AGUA EUCO 537®	14968.6 g
ADICIÓN - MICROSÍLICE 8%	54.4 kg

2. MÉTODO DEL ENSAYO : Normas de referencia NTP 339.034:2015, NTP 339.084:2017
 Procedimiento interno AT-PR-12

3. RESULTADOS : Ensayo de Resistencia a la Compresión

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)
8%	3	10.08	79.79	38223	479	476
8%	3	10.11	80.28	37992	473	
8%	7	10.11	80.20	46076	575	565
8%	7	10.12	80.44	44744	556	
8%	14	10.11	80.28	47658	594	593
8%	14	10.08	79.80	47306	593	

Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)
8%	3	10.04	20.60	12895	40
8%	3	10.10	20.50	11694	36
8%	7	10.04	20.35	13498	42
8%	7	10.04	20.30	12096	38
8%	14	10.07	20.40	14927	46
8%	14	10.08	20.60	12343	38

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

Hecho por : Mag. Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. E.G.V.



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"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por
ABET
 Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : JORGE OMAR GARCIA ALONSO
Obra : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA ADICIONANDO MICROSÍLICE Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA DETERMINAR SUS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICA, LIMA - 2020"
Asunto : Verificación de diseño de mezcla, Ensayo de Resistencia a la Compresión y Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.
Expediente N° : 20-1684-4
Recibo N° : 71082
Fecha de emisión : 13/11/2020

1. DE LA MUESTRA : El solicitante proporcionó al laboratorio los materiales, la dosificación a utilizar en la mezcla es la desarrollada en la solicitud 20-1358 (10%).

	Dosificación en obra:
CEMENTO - SOL TIPO I	612 kg
AGUA de la RED UNI	180 L
ARENA GRUESA CANTERA CARAPONGO	738 kg
PIEDRA CHANCADA CANTERA CARAPONGO	737 kg
ADITIVO - QSI, REDUCTOR DE AGUA EUCO 537®	14968.6 g
ADICIÓN - MICROSÍLICE 10%	68 kg

2. MÉTODO DEL ENSAYO : Normas de referencia NTP 339.034:2015, NTP 339.084:2017
 Procedimiento interno AT-PR-12

3. RESULTADOS :
 Ensayo de Resistencia a la Compresión

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)
10%	3	10.09	79.88	36928	462	472
10%	3	10.09	79.96	38496	481	
10%	7	10.07	79.64	44261	556	
10%	7	10.05	79.25	45938	580	
10%	14	10.11	80.28	48369	603	
10%	14	10.08	79.72	47965	602	

Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)
10%	3	10.11	20.30	15693	49
10%	3	10.08	20.60	13196	40
10%	7	10.03	20.80	15996	49
10%	7	10.04	20.70	13434	41
10%	14	10.09	20.50	17501	54
10%	14	10.06	20.40	15390	48

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

Hecho por : Mag. Ing. M. A. Tejada S.
 Técnico : Sr. E.G.V.

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.



MCS. 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"

Carerra de Ingeniería Civil Acreditada por



INFORME

A : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
Obra : JORGE OMAR GARCIA ALONSO
Obra : "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA ADICIONANDO MICROSÍLICE Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA DETERMINAR SUS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICA, LIMA - 2020"
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Flexión con cargas a los tercios del tramo
Expediente N° : 20-1684-5
Recibo N° : 71082
Fecha de emisión : 13/11/2020

- 1. DE LA MUESTRA** : Consistente en 4 vigas de concreto.
2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal TOKYOKOKI SEIZOSHO
 Certificado de Calibración CMC-046-2020
3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.078:2017.
4. RESULTADOS : FECHA DE ENSAYO: 13/11/2020

MUESTRAS	EDAD DE LA MUESTRA (días)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	DIMENSIONES (cm)			ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)
			LARGO	ANCHO	ALTURA			
PATRON	14	45.0	50.0	15.0	15.0	750.0	5300	70.7
6%	14	45.0	50.0	15.0	15.0	750.0	6800	90.7
8%	14	45.0	50.0	15.0	15.0	750.0	7600	101.3
10%	14	45.0	50.0	15.0	15.0	750.0	8700	116.0

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

Hecho por Técnico : Mag. Ing. M. A. Tejada S.
 Sr. E. G. V.



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



Certificados de calibración



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CMC-020-2020

Peticionario : Universidad Nacional de Ingeniería

Atención : LEM - FIC - Universidad Nacional de Ingeniería

Lugar de calibración : Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales " Ing. Manuel Gonzales de la Cotera "
FIC - UNI Av. Túpac Amaru N° 210 Rimac - Lima.

Tipo de equipo : Máquina de Compresión Axial Eléctro-hidráulica

Capacidad del equipo : 1,112 kN (250,000 lbf. ó 113 TN)

División de escala : 0.1 kN

Marca : ELE - INTERNATIONAL

Modelo : 36-0650/06

N° de serie del equipo : 9913 Código UNI : PHEC-4

Lector digital : ADR TOUCH ELE-INTERNATIONAL

N° de serie lector digital : 1887-1-00089

Procedencia : USA

Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 27.2°C / 61%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 27.2°C / 61%

Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, certificado de calibración reporte N° C-8294(ASRET)K0518

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2020-02-25

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2020-02-27	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CMC-020-2020

Página 1 de 2

Av. Circunvalación s/n Mz. B Lt. 1 Urb. Praderas de Huachipa Lurigancho - Chosica Telf.: (01) 540 7661 e-mail: servicios@celda.com.pe

Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1° ascenso (kN)	2° ascenso (kN)	3° ascenso (kN)			
0	0	0	0	0	0	0.0	0.1
9	100	100.23	100.52	100.24	100.33	-0.3	0.1
18	200	200.09	200.97	200.51	200.52	-0.3	0.1
27	300	299.74	300.25	299.77	299.92	0.0	0.1
36	400	400.00	399.61	399.75	399.79	0.1	0.1
45	500	500.78	501.36	501.37	501.17	-0.2	0.1
54	600	600.85	600.88	601.04	600.92	-0.2	0.1
63	700	701.68	701.54	700.93	701.38	-0.2	0.1
72	800	800.61	801.20	800.91	800.91	-0.1	0.1
81	900	900.61	901.28	901.21	901.03	-0.1	0.1
90	1000	1000.85	1001.37	1001.28	1001.17	-0.1	0.1

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2 y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado y cumple con los requisitos de la norma ASTM C-39.





Laboratorio de Calibración

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 2955 - 2019

O.T. : 0509-0683

Fecha de emisión : 2019 - 04 - 17

Página : 1 de 5

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Dirección : Av. Tupac Amaru Nro. 210 Lima - Lima - Rimac

EQUIPO : HORNO
Marca : BINDER
Modelo : 01-2937
N° de Serie : 9010-0096
Tipo de Ventilación : Natural
Procedencia : ALEMANIA
Identificación : HORN - 1
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TERMÓMETRO DIGITAL
Marca : No Indica
Alcance : 20 °C a 300 °C
Resolución : 1 °C
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL
Marca : No Indica
Alcance : 20 °C a 300 °C
Resolución : 1 °C
Fecha de Calibración : 2019 - 04 - 16
Ubicación : AGREGADOS

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

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

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

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

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

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

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	26,7 °C	26,9 °C
Humedad Relativa	52,6 %	49,5 %

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

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

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



Laboratorio de Calibración

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

Certificado : TC - 2955 - 2019

Página : 2 de 5

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Dos Termómetros Digitales Incertidumbre 0,007 °C DM - INACAL	Termómetro Digital -200 °C a 400 °C	LT-247-2018

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 5 °C	110	30 min	120 min	0 %	--

Tiempo (hh:mm)	Termómetro Horno (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} ^[2] (°C)	T _{max} - T _{min} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	105,6	106,0	106,5	106,9	106,3	104,3	104,2	104,7	105,2	104,5	105,4	2,6
00:02	110	105,6	105,7	106,5	106,8	106,3	104,2	104,3	104,8	105,1	104,4	105,4	2,6
00:04	110	105,5	105,8	106,5	106,7	106,2	104,2	104,5	104,7	105,0	104,8	105,4	2,6
00:06	110	105,5	105,6	106,4	106,8	106,3	104,1	104,3	104,7	105,2	104,8	105,4	2,6
00:08	110	105,5	105,7	106,4	106,8	106,2	104,2	104,8	104,6	105,1	104,6	105,4	2,7
00:10	110	105,4	105,7	106,5	106,8	106,3	104,2	104,6	104,9	105,1	104,6	105,4	2,6
00:12	110	105,5	105,7	106,5	106,7	106,3	104,1	104,2	104,6	105,0	104,8	105,3	2,6
00:14	110	105,4	105,7	106,4	106,7	106,3	104,2	104,5	104,6	105,1	104,7	105,4	2,5
00:16	110	105,5	105,7	106,5	106,7	106,3	104,2	104,6	104,8	105,1	105,1	105,4	2,5
00:18	110	105,6	105,8	106,6	106,8	106,4	104,3	104,3	104,6	105,1	104,6	105,4	2,6
00:20	110	105,7	105,8	106,6	107,0	106,4	104,3	104,5	104,7	105,4	104,5	105,5	2,7
00:22	110	105,7	106,0	106,7	107,0	106,5	104,3	104,7	104,7	105,3	104,8	105,6	2,6
00:24	110	105,7	106,0	106,6	107,0	106,4	104,4	104,8	104,7	105,2	104,9	105,6	2,6
00:26	110	105,8	105,9	106,7	106,9	106,5	104,5	104,6	105,0	105,3	105,0	105,6	2,5
00:28	110	105,8	105,9	106,7	107,0	106,6	104,4	104,8	104,8	105,4	105,0	105,6	2,6
00:30	110	105,8	105,9	106,7	107,0	106,4	104,4	104,3	104,7	105,3	105,0	105,5	2,7
00:32	110	105,7	105,9	106,7	106,9	106,4	104,4	104,2	104,7	105,3	105,1	105,5	2,7
00:34	110	105,6	105,9	106,6	107,0	106,4	104,3	104,5	104,7	105,1	104,9	105,5	2,7
00:36	110	105,5	105,9	106,5	106,8	106,3	104,3	104,0	104,7	105,2	104,7	105,4	2,8
00:38	110	105,5	105,8	106,5	106,8	106,1	104,2	104,2	104,5	105,0	104,7	105,3	2,7
00:40	110	105,5	105,8	106,5	107,0	106,1	104,2	104,0	104,6	105,0	104,9	105,4	3,0
00:42	110	105,5	105,8	106,4	106,9	106,2	104,0	104,1	104,6	105,3	104,5	105,3	2,9
00:44	110	105,6	105,8	106,5	106,7	106,3	104,3	104,1	104,6	105,2	104,6	105,4	2,7
00:46	110	105,6	105,7	106,5	106,8	106,2	104,2	104,4	104,7	105,3	104,8	105,4	2,5
00:48	110	105,6	105,8	106,5	106,9	106,4	104,2	104,4	104,7	105,2	104,7	105,4	2,6
00:50	110	105,7	105,8	106,6	106,9	106,4	104,2	104,1	104,7	105,1	104,7	105,4	2,8
00:52	110	105,6	105,8	106,7	106,8	106,6	104,3	104,6	104,7	105,2	105,0	105,5	2,5
00:54	110	105,6	105,8	106,6	106,9	106,4	104,3	104,4	104,8	105,3	104,8	105,5	2,7
00:56	110	105,8	105,7	106,6	106,9	106,5	104,3	104,2	104,5	105,1	104,5	105,4	2,7
00:58	110	105,7	105,7	106,5	106,9	106,4	104,3	104,3	104,5	105,1	104,8	105,4	2,7
01:00	110	105,6	105,8	106,5	106,8	106,2	104,2	104,2	104,5	105,2	104,8	105,4	2,6
T. PROM ^[1]	110,0	105,6	105,8	106,5	106,9	106,3	104,3	104,4	104,7	105,2	104,8		
T. MAX ^[3]	110,0	105,8	106,0	106,7	107,0	106,6	104,5	104,8	105,0	105,4	105,1		
T. MIN ^[4]	110,0	105,4	105,6	106,4	106,7	106,1	104,0	104,0	104,5	105,0	104,4		
DTT ^[5]	0,0	0,4	0,4	0,3	0,3	0,5	0,4	0,8	0,6	0,4	0,7		

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.



Laboratorio de Calibración

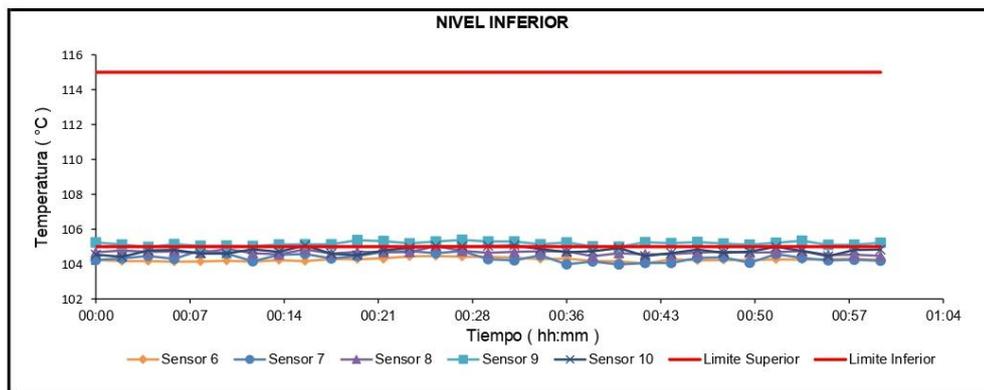
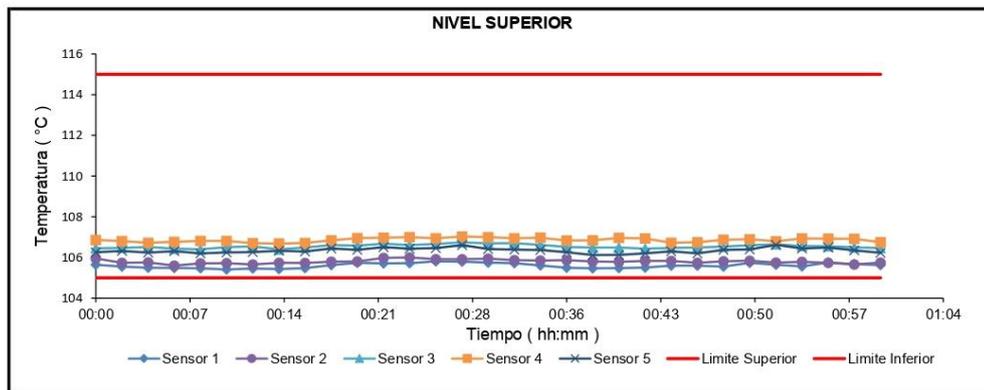
SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

Certificado : TC - 2955 - 2019
Página : 3 de 5

RESULTADOS DE MEDICIÓN

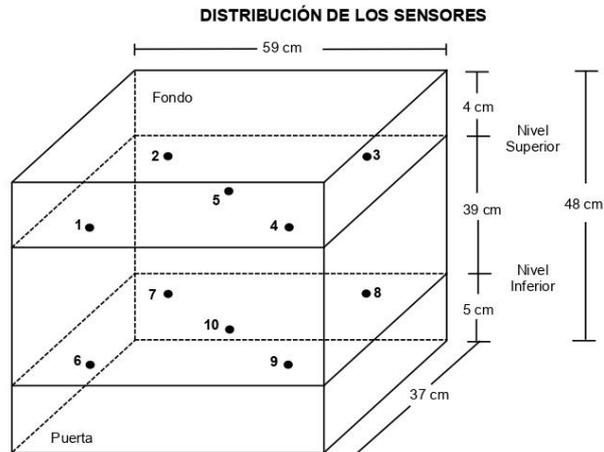
Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	107,0	0,3
Mínima Temperatura Medida	104,0	0,3
Desviación Temperatura en el Tiempo	0,8	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	2,6	0,2
Estabilidad Medida (±)	0,41	0,04
Uniformidad Medida	3,0	0,2

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES



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.



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
 Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 9 cm por encima de la parrilla superior.
 Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.
 Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 6 cm de las paredes laterales y a 5 cm del frente y fondo del equipo.

FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO





Laboratorio de Calibración

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

Certificado : TC - 2955 - 2019
Página : 5 de 5

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.

[1] T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

[2] T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

[3] Tmax: Temperatura máxima.

[4] Tmin: Temperatura mínima.

[5] DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.

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

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

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isotermo: 1,2 °C

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

La Estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

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

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.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMC-046-2020**

Peticionario : Universidad Nacional de Ingeniería

Atención : LEM - FIC - Universidad Nacional de Ingeniería

Lugar de calibración : Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales " Ing. Manuel Gonzales de la Cotera " FIC - UNI Av. Túpac Amaru N° 210 Rimac - Lima.

Tipo de equipo : Máquina Universal N° 2

Capacidad del equipo : 20,000 kgf ; 50,000 kgf ; 10,000 kgf ; 5,000 kgf ; 100,000 kgf.

División de escala : 20 kgf ; 100 kgf ; 10 kgf ; 10 kgf ; 100 kgf.

Marca : TOKYOKOKI SEIZOSHO

N° de serie del equipo : 177 T 128

Código Interno UNI : MUNV-2

Panel digital : Analógico.

Número serie panel digital : N.I.

Procedencia : JAPAN.

Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 18,4°C / 74%

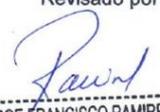
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 18,4°C / 74%

Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, certificado de calibración reporte N° C-8294(ASRET)K0518

Número de páginas : 4

Fecha de calibración : 2020-08-24

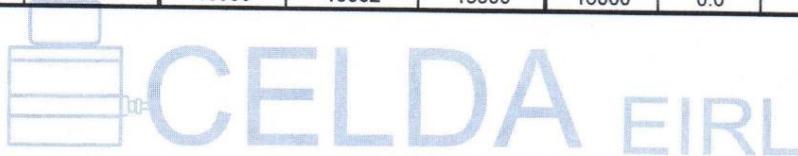
Este certificado de verificación sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2020-08-31	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión Escala : 20000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso (kgf)	2° ascenso (kgf)	3° ascenso (kgf)			
0	0	0	0	0	0	0.0	0.1
10	2000	2042	2044	2042	2043	-2.1	0.3
20	4000	4029	4037	4040	4035	-0.9	0.1
30	6000	6026	6000	6017	6014	-0.2	0.1
40	8000	8013	7997	8004	8005	-0.1	0.1
50	10000	10030	10015	10038	10028	-0.3	0.1
60	12000	12054	11970	11988	12004	0.0	0.1
70	14000	14014	14006	14033	14018	-0.1	0.1
80	16000	15999	16002	15999	16000	0.0	0.1



Dirección de carga : Compresión Escala : 50000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso (kgf)	2° ascenso (kgf)	3° ascenso (kgf)			
0	0	0	0	0	0	0.0	0.1
10	5000	4956	4925	4940	4940	1.2	0.2
20	10000	9924	9920	9931	9925	0.8	0.1
30	15000	14989	15050	15038	15026	-0.2	0.1
40	20000	20026	19953	20064	20014	-0.1	0.1
50	25000	25175	25254	25191	25207	-0.8	0.1
60	30000	30226	30198	30189	30204	-0.7	0.1
70	35000	35254	35239	35279	35257	-0.7	0.1
80	40000	40262	40305	40258	40275	-0.7	0.1



Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Escala : 10000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0	0	0	0	0	0.0	0.1
10	1000	1016	1024	1011	1017	-1.7	0.3
20	2000	1993	1993	1983	1990	0.5	0.1
30	3000	3006	2999	2983	2996	0.1	0.1
40	4000	4002	3996	3991	3996	0.1	0.1
50	5000	4960	4987	4975	4974	0.5	0.1
60	6000	5993	5957	5974	5975	0.4	0.1
70	7000	6992	6994	6977	6988	0.2	0.1
80	8000	7994	7965	7967	7975	0.3	0.1



Dirección de carga : Compresión

Escala : 5000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0	0	0	0	0	0.0	0.1
10	500	505	512	510	509	-1.8	0.3
20	1000	1006	1006	1002	1005	-0.5	0.1
30	1500	1501	1500	1497	1499	0.0	0.1
40	2000	2005	2000	1994	2000	0.0	0.1
50	2500	2503	2499	2491	2498	0.1	0.1
60	3000	2997	2994	2981	2991	0.3	0.1
70	3500	3494	3493	3508	3498	0.0	0.1
80	4000	3995	3994	3999	3996	0.1	0.1



Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Escala : 100000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1º ascenso	2º ascenso	3º ascenso			
0	0	0	0	0	0	0.0	0.1
10	10000	9996	10024	10068	10029	-0.3	0.1
20	20000	19963	19873	19882	19906	0.5	0.1
30	30000	29887	29892	29906	29895	0.4	0.1
40	40000	39712	39673	39791	39725	0.7	0.1
50	50000	49716	50491	49807	50005	0.0	0.1
60	60000	59559	59474	59684	59572	0.7	0.1
70	70000	69555	69461	69536	69517	0.7	0.1
80	80000	79398	79281	79400	79360	0.8	0.1

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo verificado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado





MICROSILICE SIN DENSIFICAR®

ADICIÓN PARA CONCRETO Y MORTEROS EN POLVO

DESCRIPCIÓN

MICROSILICE SIN DENSIFICAR ó MICROSILICA es un aditivo en polvo listo para usarse en concreto y mortero. Este producto reacciona químicamente con el hidróxido de calcio en la pasta de cemento, lo cual produce un gel de hidrato de silicato de calcio que mejora de manera significativa la resistencia y durabilidad. Por su alta finura, la microsilica llena el vacío entre las partículas de cemento creando un concreto muy denso y menos permeable.

APLICACIONES PRINCIPALES

- Concretos de altas resistencias.
- Concreto de alta densidad.
- Plataformas para puentes.
- Estructuras para estacionamientos.
- Ambientes marinos.
- Shotcrete (Concreto lanzado).
- Concretos de alta resistencia química.

CARÁCTERÍSTICAS / BENEFICIOS

Concreto Plástico

- Aumenta la cohesión y compactación, facilitando la aplicación de concretos bombeados.
- Reduce el lavado de finos.
- Elimina la segregación.
- Reduce el porcentaje de rebote en concreto o morteros lanzados.

Concreto Endurecido

- Mejora las resistencias a la compresión tracción y flexión.
- Le da al concreto una baja permeabilidad para una mejor resistencia a la penetración de agentes deletéreos.
- Aumenta la durabilidad.
- Los aceros de refuerzo tienen mayor protección a la corrosión.
- Mejor resistencia a la abrasión y a químicos para un mayor tiempo de servicio.
- Mayores resistencias a ciclos de hielo - deshielo.
- Concretos de alta resistencia.



MICROSILICE SIN DENSIFICAR®

ADICIÓN PARA CONCRETO Y MORTEROS EN POLVO

INFORMACIÓN TÉCNICA

Apariencia : Polvo fino.
 Color : Gris.
 Densidad : 2.2 kg/l.

DOSIFICACIÓN

MICROSILICE SIN DENSIFICAR ó MICROSILICA normalmente se dosifica a razón de 5 - 10% del peso del cemento.

Se recomienda realizar ensayos previos en la obra para determinar la dosificación adecuada, lo cual puede ser diferente a las dosificaciones recomendadas.

Los resultados varían debido a las diversas condiciones de cada obra y tipo de materiales empleados. Cualquier consulta contacte al departamento de Construcción Química Suiza.

PRESENTACIÓN

Bolsa 25kg.

NORMAS / ESPECIFICACIONES

Está formulado para cumplir con la especificación ASTM C- 1240.

DIRECCIONES PARA SU USO

MICROSILICE SIN DENSIFICAR ó MICROSILICA viene listo para su uso, una buena distribución en la mezcla se logra dosificando directamente sobre la mezcladora cuando la mezcla de concreto se encuentra aun seca. Para obtener la consistencia adecuada se requiere usar un aditivo súper plastificante. Consulte con nuestro Departamento Técnico para mayor información.

Una secuencia de típica de la mezcla puede ser:

- Pesaje y colocación de los agregados en la mezcladora (piedra y arena).
- Pesaje y colocación del cemento en la mezcladora.
- Dosificación del 80% del agua de amasado.
- Pesaje y colocación de MICROSILICA.
- Dosificación del aditivo súper plastificante con el 20% de agua restante.
- La demanda de agua se incrementa cuando se usa microsíllica. La mezclas requieren el uso de un aditivo reductor de agua de alto poder para mantener la trabajabilidad y al relación baja de agua/cemento.



MICROSILICE SIN DENSIFICAR®

ADICIÓN PARA CONCRETO Y MORTEROS EN POLVO

- Acabado: El concreto que contiene MICROSILICA presenta menor exudación el concreto convencional; el curado anticipado es crítico para prevenir fisuración por contracción plástica.
- Las fisuras por contracción plástica son más frecuentes cuando se presenta humedad baja, alta, velocidad de viento y temperatura ambientales altas. Cuando existen esas condiciones, debe utilizarse un retardante de evaporación como EUCOBAR.
- Se pueden utilizar métodos diferentes a EUCOBAR para ayudar a reducir la posibilidad de retracción plástica.
- Se puede minimizar los efectos ambientales construyendo rompe vientos, aplicación de rocío nebulizado entre cada operación de acabado, cubrir el concreto con yute mojado y reduciendo la temperatura del concreto con hielo o agregados enfriados. También se puede colocar el concreto en las últimas horas de la tarde para evitar los rayos directos del sol y las altas temperaturas.
- **Curado:** Todos los procedimientos de curado de concreto con MICROSILICA deben comenzar inmediatamente después que el procedimiento de acabado ha terminado.
- Puede utilizarse un curador químico de altos sólidos que forme una membrana líquida y flexible tal como el EUCOCURE.
- El compuesto para curado y el retardante de evaporación deben ser ordenados en forma separada.

PRECAUCIONES / RESTRICCIONES

- Se recomienda realizar ensayos previos en la obra para determinar la dosificación adecuada, de acuerdo al tipo de obra o proyecto a realizar.
- Limpie con agua las herramientas y el equipo antes que se endurezca el mortero y/o concreto.
- Durante la manipulación usar las medidas de seguridad apropiadas. Usar el equipo de protección personal apropiado.
- Durante la manipulación usar las medidas de seguridad apropiadas. Usar el equipo de protección personal apropiado.
- Evitar el contacto con la piel, ojos y vías respiratorias. En caso de contacto con la piel, lavar con abundante agua, para mayor información consultar la hoja de seguridad del producto.

MANEJO Y ALMACENAMIENTO

MICROSILICE SIN DENSIFICAR ó MICROSILICA debe almacenarse en su envase original herméticamente cerrado y bajo techo.

Vida útil de almacenamiento: 1año .



EUCO 537®

ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO CON RETARDO

DESCRIPCIÓN

EUCO 537 es un aditivo reductor de agua de alto rango, súperplastificante permite reducir contenidos de cemento obteniendo concretos con alta plasticidad sin segregación y aun menor costo por metro cúbico. Es empleado en climas cálidos y/o templados.

APLICACIONES PRINCIPALES

- Concreto de alto desempeño.
- Concretos reoplástico (alta fluidez).
- Concretos con baja relación agua/cemento (durabilidad).
- Vaciados en climas cálidos (temperaturas mayores a 32°C).
- Concreto premezclado.
- Concretos masivo.
- Concreto para losas, pavimentos, pisos industriales.

CARACTERÍSTICAS/ BENEFICIOS

- **Como súper plastificante:**
- Incrementa el asentamiento sin necesidad de adicionar agua, sin reducir la resistencia a la compresión. Incrementa la fluidez del concreto, sin segregación, facilitando el bombeo y colocación del concreto en estructuras con alta densidad de refuerzo.
- Mejora la mantención de asentamiento permitiendo tiempos de transporte prolongados.
- **Como reductor de agua de alto rango:**
- Reduce la permeabilidad del concreto.
- Incrementa la resistencia a la compresión.
- Permite reducir el contenido del cemento al obtenerse mezclas de igual trabajabilidad y resistencia con menos cantidad de agua y manteniendo la relación agua/ cemento inicial.

INFORMACIÓN TÉCNICA

Apariencia : Líquido
Color : Marrón oscuro
Densidad : 1.20 kg/l



EUCO 537®

ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO CON RETARDO

RESULTADOS TÍPICOS DE INGENIERÍA

Los siguientes resultados fueron obtenidos en condiciones de laboratorio. Con materiales y diseños de mezcla que cumple con las especificaciones de la ASTM C 494 TIPO G

Resistencias	Compresión	
3 días	140 – 160 %	
7 días	130 – 150 %	
28 días	125 – 135 %	
Tiempo de Fraguado		
Fraguado inicial	+30 min	
Fraguado final	+30 min	

Resultados comparativos entre el diseño de mezcla referencial y diseño de mezcla evaluado, según procedimiento de la norma ASTM C 494.

INSTRUCCIONES DE USO

- **EUCO 537** se puede dosificar en obra o en planta dependiendo de las necesidades y condiciones particulares de cada vaciado.
- La mantención del slump puede variar en función de la temperatura inicial del concreto y temperatura ambiente.
- Se recomienda verificar la hermeticidad de los encofrados cuando se utilice concretos de alta fluidez. (>8pulgadas) debido al incremento de presión en el encofrado por el comportamiento fluido del concreto.
- Los resultados a obtener varían con los diversos tipos de cemento, la calidad de agregados y las características de diseño de mezcla. Se recomienda realizar los ensayos previos en la obra para determinar la dosificación adecuada, de acuerdo al tipo de obra o proyecto a realizar.
- **EUCO 537** se puede dosificar en obra o en planta dependiendo de las necesidades y comportamiento del diseño.
- La máxima cantidad de agua a reducir se logra cuando se llegue al mínimo asentamiento permitido.
- **EUCO 537** es compatible con otros aditivos, sin embargo cada aditivo deber ser agregado por separado.
- **EUCO 537** no contiene cloruro de calcio u otros ingredientes potenciales de corrosión.

DOSIFICACIÓN

- Concreto de alta resistencia o baja relación agua/cemento: De 0.9% a 2.0 % del peso del cemento.
- Concreto convencional: De 0.5 % a 0.7% del peso del cemento.



EUCO 537®

ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO CON RETARDO

- Concreto fluido: De 0.7 % a 0.9 % del peso del cemento.
- Se recomienda realizar ensayos previos en la obra para determinar la dosificación adecuada, lo cual puede ser diferente a las dosificaciones recomendadas.
- Los resultados varían debido a las diversas condiciones de cada obra y tipo de materiales empleados.
- Cualquier consulta contacte al departamento de Construcción Química Suiza Industrial del Perú.

PRESENTACIÓN

Cilindro	250kg	55 gal aprox.
Balde	20kg	5 gal aprox.

*galones americanos aproximados.

PRECAUCIONES / RESTRICCIONES

- Se recomienda seguir los lineamientos establecidos en el reporte hechas por ACI 305 concreto para climas cálidos.
- Se debe proteger el **EUCO 537** contra el congelamiento.
- La dosificación de **EUCO 537** puede variar de acuerdo a la temperatura ambiente y las condiciones propias de cada obra. La dosificación del aditivo puede variar en función al tipo de cemento, condiciones ambientales agregados y proporciones de los diseños de mezcla.
No permita que el concreto se congele hasta que haya alcanzado una resistencia mínima de 72 kg/cm².
- No vierta el aditivo directamente sobre el cemento o agregados secos.
- No utilice aire para su agitación.

MANEJO Y ALMACENAMIENTO

EUCO 537 debe almacenarse en su envase original herméticamente cerrado y bajo techo.

Vida útil de almacenamiento: 1 año.



CEMENTO SOL

Descripción:

- Es un Cemento Tipo I, obtenido de la molienda conjunta de Clinker y yeso.
- Cuenta con la fecha y hora de envasado en la bolsa en beneficio de los consumidores, ya que permite una mayor precisión en la trazabilidad.

Beneficios:

- El acelerado desarrollo de resistencias iniciales permite un menor tiempo en el desencofrado.
- Excelente desarrollo de resistencias en Shotcrete.
- Ideal para la producción de prefabricados en concreto.

Usos:

- Construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requieren características especiales o no especifique otro tipo de cemento.
- Fabricación de concretos de mediana y alta resistencia a la compresión.
- Preparación de concretos para cimientos, sobrecimientos, zapatas, vigas, columnas y techado.
- Producción de prefabricados de concreto.
- Fabricación de bloques, tubos para acueducto y alcantarillado, terrazos y adoquines.
- Fabricación de morteros para el desarrollo de ladrillos, tarrajeos, enchapes de mayólicas y otros materiales.

Características Técnicas:

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

Formato de distribución:

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



Recomendaciones

Dosificación:

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

Manipulación:

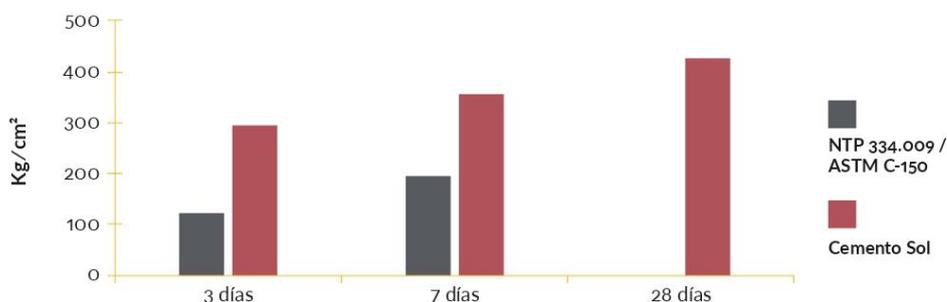
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

Almacenamiento:

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

Requisitos mecánicos

Comparación resistencias NTP 334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Sol



Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Sol Tipo I	Requisitos 334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	6.62	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica	cm ² /g	3361	Máximo 2600
Densidad	g/ml	3.12	No Especifica
Resistencia a la Compresión			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	296	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	357	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	427	No especifica
Tiempo de Fraguado			
Fraguado Vicat inicial	min	127	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	305	Máximo 375
Composición Química			
MgO	%	2.93	Máximo 6.0
SO ₃	%	3.08	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	2.25	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.68	Máximo 1.5
Fases Mineralógicas			
C ₂ S	%	13.15	No especifica
C ₃ S	%	53.60	No especifica
C ₃ A	%	9.66	No especifica
C ₄ AF	%	9.34	No especifica

Panel fotográfico



Fotografía N°1: Horno para secado de muestras



Fotografía N°2: Medida de temperatura del hormigón



Fotografía N°3: Resistencia de rotura a compresión y tracción



Fotografía N°4: Resistencia de Rotura a flexión