



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Evaluación de la mejora técnica y económica del concreto $f'c= 210$
kg/cm² utilizando humo de sílice, Lima – 2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

GAMBOA GARCIA Jonathan Gaston

0000-0001-6255-9844

ASESOR:

Dr. Ing. TELLO MALPARTIDA Omart Demetrio

0000-0002-5043-6510

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres Hugo Gamboa y María Rosa García por brindarme su infinito apoyo, amor incondicional por ser mis mayores ejemplos, por sus consejos e inculcarme valores, los que me han permitido tomar buenas decisiones.

A mi hermana Bianca Micaela Gamboa por darme su apoyo en todo este tiempo, motivarme para seguir adelante y siempre estar a mi lado.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, expreso mi agradecimiento a Dios por brindarme la fortaleza de seguir de pie antes los obstáculos que he presentado y así lograr mis sueños que me he propuesto. Asimismo, agradezco a mis papás Hugo Gamboa y María Rosa García, a mi hermana Bianca Micaela Gamboa por el apoyo en cada momento y motivarme a salir adelante.

Agradezco a mi asesor Dr. Tello Malpartida Omar Demetrio, por la paciencia, brindarme su apoyo y ayudarme a culminar mis estudios. Agradezco a todas las personas que estuvieron a mi lado, apoyándome y animándome a seguir adelante.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Caratula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	01
II. MARCO TEÓRICO.....	05
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	15
3.2. Variables y operacionalización.....	15
3.3. Población, muestra y muestro.....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5. Procedimientos.....	19
3.6. Método de análisis de datos.....	22
3.7. Aspectos éticos.....	22
IV. RESULTADOS.....	23
4.1. Desarrollo del procedimiento.....	24
4.2. Resultados.....	38
V. DISCUSIÓN.....	51
VI. CONCLUSIONES.....	54
VII. RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS.....	59
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: *Diseño de mezcla de concreto adicionando humo de sílice.*

Tabla N° 02: Cantidad de muestras por mezcla.

Tabla N° 03: Cantidad de adquisición de materiales.

Tabla N° 04: Valores tamizados del agregado fino.

Tabla N° 05: Valores tamizados del agregado grueso.

Tabla N° 06: Peso unitario suelto del agregado grueso.

Tabla N° 07: Peso unitario compactado del agregado grueso.

Tabla N° 08: Valores de peso específico del agregado grueso.

Tabla N° 09: Peso unitario suelto del agregado fino.

Tabla N° 10: Peso unitario compactado del agregado fino.

Tabla N° 11: Valores de peso específico del agregado fino.

Tabla N° 12: Diseño de mezcla Patrón $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ (D0).

Tabla N° 13: Diseño de mezcla $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ con 9% de humo de sílice (D1).

Tabla N° 14: Diseño de mezcla $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ con 10% de humo de sílice (D2).

Tabla N° 15: Diseño de mezcla $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ con 11% de humo de sílice (D3).

Tabla N° 16: Recolección de resultados de compresión a los 7 días.

Tabla N° 17: Recolección de resultados de compresión a los 14 días.

Tabla N° 18: Recolección de resultados de compresión a los 28 días.

Tabla N° 19: Recolección de resultados de flexión a los 7 días.

Tabla N° 20: Recolección de resultados de flexión a los 14 días.

Tabla N° 21: Recolección de resultados de flexión a los 28 días.

Tabla N° 22: Precio unitario del diseño patrón D0+0%.

Tabla N° 23: Precio unitario del diseño con 9% de humo de sílice D1+9%.

Tabla N° 24: Precio unitario del diseño con 10% de humo de sílice D2+10%.

Tabla N° 25: Precio unitario del diseño con 11% de humo de sílice D3+11%.

Tabla N° 26: Comparación de costo con porcentajes de resistencias.

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 01. Aditivo humo de sílice (Chema Fume).
- Figura 02. Materiales.
- Figura 03. Curva granulométrica del agregado fino.
- Figura 04. Curva granulométrica del agregado grueso.
- Figura 05. Realizando ensayo de granulometría.
- Figura 06: Realizando el ensayo de absorción.
- Figura 07. Realizando el ensayo de absorción y peso específico.
- Figura 08. Realizando peso unitario suelto y compactado.
- Figura 09. Realizando ensayo de cono de abrams.
- Figura 10. Elaboración de probetas.
- Figura 11. Elaboración de vigas.
- Figura 12. Probetas y vigas.
- Figura 13. Curado de probetas.
- Figura 14. Ensayo a compresión de probetas.
- Figura 15. Ensayo a compresión de probetas de cada porcentaje.
- Figura 16. Ensayo a flexión de vigas de cada porcentaje.
- Figura 17. Comparación de las resistencias a compresión a los 7 días.
- Figura 18. Curva de comparación de las resistencias a compresión a los 7 días.
- Figura 19. Comparación de las resistencias a compresión a los 14 días.
- Figura 20. Curva de comparación de las resistencias a compresión a los 14 días.
- Figura 21. Comparación de las resistencias a compresión a los 28 días.
- Figura 22. Curva de comparación de las resistencias a compresión a los 28 días.
- Figura 23. Comparación de la resistencia a compresión a los 7 14 y 28 días.

Figura 24. Curvas de comparación de las resistencias a compresión.

Figura 25. Comparación de las resistencias a flexión a los 7 días.

Figura 26. Curva de comparación de las resistencias a flexión a los 7 días.

Figura 27. Comparación de las resistencias a flexión a los 14 días.

Figura 28 Curva de comparación de las resistencias a flexión a los 14 días.

Figura 29. Comparación de las resistencias a flexión a los 28 días.

Figura 30 Curva de comparación de las resistencias a flexión a los 28 días.

Figura 31 Comparación de la resistencia a flexión a los 7 14 y 28 días.

Figura 32 Comparación de costos de los diseños de mezcla.

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 01: Operacionalización de variables

Anexo N° 02: Matriz de consistencia

Anexo N° 03: Ficha técnica N° 1: Ensayo a la compresión

Anexo N° 04: Ficha técnica N° 2: Ensayo a la flexión

Anexo N° 05: Ficha técnica N° 3: Costo

Anexo N° 06: Certificado de similitud

Anexo N° 07: Certificado de resultados de ensayo a compresión del diseño patrón.

Anexo N° 08: Certificado de resultados de ensayo a compresión del diseño con 9% de humo de sílice.

Anexo N° 09: Certificado de resultados de ensayo a compresión del diseño con 10% de humo de sílice.

Anexo N° 10: Certificado de resultados de ensayo a compresión del diseño con 11% de humo de sílice.

Anexo N° 11: Certificado de resultados de ensayo a flexión del diseño patrón.

Anexo N° 12: Certificado de resultados de ensayo a flexión del diseño con 9% de humo de sílice.

Anexo N° 13: Certificado de resultados de ensayo a flexión del diseño con 10% de humo de sílice.

Anexo N° 14: Certificado de resultados de ensayo a flexión del diseño con 11% de humo de sílice.

Anexo N° 15: Certificado de ensayo análisis granulométrico agregado fino.

Anexo N° 16: Certificado de ensayo análisis granulométrico agregado grueso.

Anexo N° 17: Certificado de ensayo peso unitario

Anexo N° 18: Certificado de ensayo peso unitario (F, G o G1b)

Anexo N° 19: Certificado de ensayo peso específico y absorción.

Anexo N° 21: Certificado de ensayo gravedad específica de sólidos

Anexo N° 22: Certificado de diseño de mezcla patron (D0+0%).

Anexo N° 23: Certificado de diseño de mezcla con 9% de humo de sílice (D1+9%).

Anexo N° 24: Certificado de diseño de mezcla con 10% de humo de sílice (D2+10%).

Anexo N° 25: Certificado de diseño de mezcla con 11% de humo de sílice (D3+11%).

Anexo N° 26: Certificado de acreditación.

Anexo N° 27: Certificado de calibración TC – 4370 -2020

Anexo N° 28: Certificado de calibración TC – 4371 -2020

Anexo N° 29: Certificado de calibración TC – 4372 -2020

Anexo N° 30: Certificado de calibración TC – 4374 -2020

Anexo N° 31: Ficha técnica de humo de sílice (Chema Fume)⁶⁹.

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo, determinar de qué manera influye la adición del humo de sílice en la mejora técnica y económica del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, la presente investigación es de tipo aplicada, de diseño cuasi-experimental, la técnica usada fue observación experimental, la población fue la producción del concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ con humo de sílice, su muestra fue de 36 probetas cilíndricas y 24 vigas prismáticas y su muestreo es no probabilístico. Se procedió a realizar los ensayos de caracterización de materiales, luego se elaboraron los diseños de mezcla de concreto, la cual primero se elaboró el diseño patrón y respecto al patrón se realizaron los demás diseños, sustituyendo parcialmente el cemento por porcentajes de 9%, 10% y 11% de humo de sílice, posteriormente se analizó los costos de los materiales de cada diseño y se realizaron los ensayos de resistencia a compresión y flexión. El diseño D2+10% resistió 379.2kg/cm^2 siendo la mayor resistencia a compresión, el diseño D3+11% resistió 35kg/cm^2 siendo la mayor resistencia a flexión y el diseño D1+9% costó S/.411.78 siendo el diseño con humo de sílice de menor costo. Se concluye que la adición de humo de sílice en el concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ presenta una mejora en las resistencias a compresión, flexión y un aumento en el costo del concreto, siendo la mezcla con 9% de humo de sílice la más económica con un costo de S/.411.73, ofreciendo aumento de resistencias en todas las edades con resistencia a compresión de 343.2kg/cm^2 y una resistencia a flexión de 32.50kg/cm^2 .

Palabras claves: Resistencia a compresión, resistencia a flexión, costo del concreto, concreto, humo de sílice

ABSTRACT

The objective of this research is to determine how the addition of silica fume influences the technical and economic improvement of concrete $f'c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$, the present research is of an applied type, of quasi-experimental design, the technique used was experimental observation, the population was the production of concrete $f'c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$ with silica fume, its sample was 36 cylindrical test tubes and 24 prismatic beams and its sampling is non-probabilistic. The materials characterization tests were carried out, then the concrete mixture designs were elaborated, which first the pattern design was elaborated and with respect to the pattern the other designs were carried out, partially replacing the cement by percentages of 9%, 10 % and 11% of silica fume, subsequently the costs of the materials of each design were analyzed and the compressive and flexural strength tests were carried out. The D2 + 10% design resisted $379.2\text{kg} / \text{cm}^2$ being the highest compressive strength, the D3 + 11% design resisted $35\text{kg} / \text{cm}^2$ being the highest flexural strength and the D1 + 9% design cost S / .411.78 being the design with lower cost silica fume. It is concluded that the addition of silica fume in concrete $f'c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$ presents an improvement in compressive and flexural strengths and an increase in the cost of concrete, being the mixture with 9% of silica fume the most economic with a cost of S / .411.73, offering increased resistance in all ages with compressive strength of $343.2\text{kg} / \text{cm}^2$ and a flexural strength of $32.50\text{kg} / \text{cm}^2$.

Keywords: Compressive strength, flexural strength, concrete cost, silica fume

I.INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el concreto es de las cosas que los investigadores buscan mejorar cada vez más tanto en su estado fresco como endurecido, ya que es muy conocido su utilización y su explotación va creciendo cada vez más. En la revista Noticreto se mencionó, con la necesidad de montar edificios de gran altura en numerosas ciudades alrededor del mundo con estructuras metálicas de soporte, el concreto de resistencias superiores se ha transformado en una gran alternativa con ventajas que la industria ha apreciado como necesarias¹. Por lo tanto la sustitución de un porcentaje del cemento para un mejor concreto es una de las soluciones. Las puzolanas ayudan a optimizar la compacidad de los sólidos, el cual el rol principal es proporcionar más silicato cálcico hidratado agregado por medio de la reacción con el hidróxido de cálcico y el agua. También son usadas para disminuir los costos y optimizar los valores de durabilidad y resistencia de la masa endurecida², por esta razón se busca una puzolana apropiada para añadir al concreto y así mejorar la resistencia y el costo del concreto.

Actualmente las empresas requieren mejorar el costo y la durabilidad del concreto a lo largo del tiempo, por lo mismo que quieren elaborar edificaciones con concretos de alto desempeño, sin que esto afecte mucho en los costos, por lo tanto se busca un aditivo optimo, por eso se elige el humo de sílice, el cual es una material puzolanico que mejora en todo sentido al concreto, ya que ofrece una mejor resistencia al concreto y no requiere variar tanto en el costo, además este aditivo beneficia también al medio ambiente ya que retiene las emisiones de CO₂ provocadas por el concreto. En una investigación de Ecuador se mencionó que los diseños actuales tienden a ser más exigentes en relación a la resistencia que tienden a ser más elevadas debido a las complicaciones constructivas³. En México se habló sobre las características del humo de sílice, el alto contenido de sílice (arriba del 90 %) y su tamaño tan pequeño de las partículas de humo de sílice son las características principales de alto desempeño de esta puzolana en el concreto, ya que al disminuir el volumen de los intersticios del concreto y optimizar el gel del cemento se logra un concreto sumamente compacto, dicha característica es una mejora fundamental en cuanto a la durabilidad del concreto⁴. Respecto a investigadores peruanos se dijo; Es importante utilizando los progresos

tecnológicos, efectuando pruebas e investigaciones que consigan un adecuado diseño de mezcla en diferentes proporciones y se evidencien sus excelentes propiedades al estado fresco y endurecido, para que en la elaboración de concreto se logre desarrollar construcciones sin necesidad de tener que hacer refacciones posteriormente, que generen mayor costo en la mano de obra por deterioros en el acabado⁵. Otro investigador sostuvo la conclusión que este material puzolanico aumenta la resistencia, debido a que el humo de sílice rellena la mayor parte de vacíos de la masa del cemento, esta provoca que el hormigón sea más liso, formando una gran resistencia cuando es sometida a compresión⁶.

En base a lo anterior, la presente investigación ofrecerá posibles alternativas para favorecer las singularidades del concreto agregando a la mezcla distintos porcentajes de humo de sílice, la cual es un aditivo que no se usa frecuentemente, por lo mismo que no es tan conocido en el Perú, pero beneficia proporcionando un mejor desempeño, contrarresta el CO₂ del cemento e incrementa la resistencia al concreto. Con esta investigación se busca dar oportunidad de mejora técnica y económica del concreto, para así cumplir con una resistencia adecuada a la compresión y flexión, sabiendo el costo adicional que produce este aditivo en la elaboración del concreto, por los argumentos indicados anteriormente es necesario evaluar como el humo de sílice mejora de manera técnica y económica al concreto.

Por ello se plantió el problema general, ¿De qué manera influye el humo de sílice en la mejora técnica y económica del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima - 2020?

La presente investigación beneficiara a toda la población, ya que les otorga mayor seguridad en las edificaciones, por lo mismo que se busca mejorar la resistencia a compresión y flexión del concreto añadiendo humo de sílice, para así tener construcciones más eficientes.

La investigación se justifica de manera práctica, ya que demostrara lo importante que es mejorar la resistencia a compresión y flexión del concreto para la eficiencia de las estructuras, añadiendo humo de sílice, encontrando la adición correcta del aditivo y la proporción de agua/cemento y así no elevar tanto el costo de la elaboración del concreto.

Se justifica de manera económica, porque busca obtener un concreto con mayor resistencia a compresión y flexión a un menor costo adicionando distintos porcentajes de humo de sílice, beneficiando a constructoras y empresas de manera económica.

El objetivo general de la investigación es Determinar de qué manera influye la adición del humo de sílice en la mejora técnica y económica del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima - 2020

Cuyos objetivos específicos son, evaluar cómo influye la dosificación del humo de sílice la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, 2020, evaluar cómo influye la dosificación del humo de sílice la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, 2020, evaluar cómo influye el humo de sílice en el costo de la elaboración del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, 2020.

Como hipótesis general se tiene, la adición del humo de sílice influye de manera positiva en la mejora técnica y económica del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima 2020.

II.MARCO TEÓRICO

II.MARCO TEÓRICO

Giménez, Olavarrieta, Escalona, Gallegos (2018), presentaron la investigación titulada *“Estudio físico mecánico de concretos sustituidos con polvo de sílice expuestos en ambiente agresivo simulado”*. Se propuso como objetivo experimentar probetas normalizadas, para analizar sus propiedades simulando la exposición al ambiente. Es un estudio de tipo experimental. La población específica seleccionada fueron todas las mezclas de concreto con reemplazo parcial del cemento por humo de sílice. En cuanto a la muestra se usó un total de especímenes que represento el 100% del estudio, con su relación de agua/cemento fijada. Los valores obtenidos de resistencia a compresión con una sustitución de cemento de 10% con polvo de sílice fueron, 32.5 % con a/c 0.45 y de 13.7% con a/c 0.65, con sustitución de 15% obtuvieron, 18.36% con a/c 0.65 y 60.8% con a/c 0.45. Se concluyó que a medida que la proporción de reemplazo acrecienta de un 10% a un 15%, también aumenta la resistencia mecánica del concreto⁷.

Sánchez, Bernal, León y Moragues (2016), su investigación fue titulada *“Propiedades reológicas y mecánicas de un hormigón autocompactante con adición de nano-sílice y micro-sílice”*. Se planteó como objetivo lograr hormigones autocompactantes con mezcla binaria de las dos adiciones, micro - nano sílice, que mejoren la durabilidad y las resistencias mecánicas. Es un estudio de tipo experimental. La resistencia a compresión a los 28 días con nSi son de 65.73 MPa y con mSi es de 63.79 MPa, a los 90 días con nSi son de 70.61 MPa y con mSi es de 64.79 MPa. Concluyo que el agregado de nSi favorece con un pequeño crecimiento en la resistencia a compresión en relación al hormigón con mSi, esto se debe a su composición granulométrica más continua, tomando en cuenta los componentes que tiene el concreto⁸.

Howland y Acevedo (2016), realizo una investigación titulada *“Estudio de las proporciones óptimas de microsíllice y nanosíllice en hormigones de alto desempeño por durabilidad, mediante un diseño de experimento de tipo hexagonal.”* Tuvo como objetivo aprender sus desempeños por su durabilidad y por resistencias mecánicas. Es un estudio de tipo experimental. Se usó como población probetas cilíndricas. Los valores obtenidos de resistencia a compresión a los 28 días de curado, fueron 46.4 MPa con 8% de microsíllice y 1.5% de nanosíllice, 40.9 MPa con 4% de

microsilice y 1.5% de nanosilice, Se concluyó que debe considerarse que al usar el nano sílice con un aditivo superplastificante, el aumento de la cantidad de este aditivo tiene un papel trascendental para los valores más altos de nanosílice⁹.

Saranyah y Sudha (2017) llevaron a cabo la investigación titulada. "*An experimental study on mechanical properties of microsilica concrete*". Tenía como objetivo descubrir el efecto de la sustitución del cemento por microsilice sobre las características de trabajabilidad y resistencia. Es un estudio experimental. Los resultados de la prueba muestran que hay un aumento en la compresión, la división, la resistencia a la tracción y a la flexión para mezclas de hormigón de grado M40 con reemplazo de cemento por 10% de reemplazo. Se concluye que el micro sílice se puede utilizar para la mejora de resistencia y la economía del hormigón¹⁰.

Sanes (2017), presento su investigación titulada "*Influencia de microfibras de polipropileno y microsilice en la resistencia de concretos de 4000 y 3000 psi*". Tuvo como objetivo determinar la factibilidad técnica y económica del uso de las microfibras de polipropileno y de las microsilice de humo de sílice. Es un estudio de tipo experimental. Se recopilo información preliminar necesaria para la producción de las muestras. En los resultados se encontró que las partículas de microsilice presentan un aumento de resistencia a partir del 1% de adición y que los porcentajes óptimos de aumento de resistencia de esta están en el rango de 1% a 2%. En conclusión el autor confirma que si existe una influencia positiva en la mejora de la resistencia tanto a tracción como a compresión por parte de las adiciones de microsilice y polipropileno¹¹.

Singh y Singh (2017) presentaron la investigación titulada "*Experimental Investigation on Effect of Microsilica and Nanosilica on Compressive Strength of High Strength Concrete*". Se propuso como objetivo averiguar el efecto de la sustitución parcial de cemento con materiales silíceos, es decir, nanosilica y microsilica sobre la resistencia a la compresión del hormigón de alta resistencia. Es un estudio experimental. En este estudio, se moldearon cubos de 150 mmx150 mmx150 mm para concreto de grado M-60 y las pruebas de las muestras se realizaron en una máquina de prueba de resistencia a la compresión después del curado de 7 días y 28 días. Como resultado de la resistencia a la compresión con la adición de microsilice a los 28 días, fue de 76MPa con un 13% de microsilice,

siendo esta la resistencia más alta. A partir de los resultados logrados, se puede resumir que la resistencia a la compresión del hormigón de alta resistencia aumenta con la incorporación tanto de nanosilica como de microsilica¹².

Pachacutec y Vilca (2018), elaboraron un trabajo titulado *“Estudio comparativo de la determinación de propiedades de resistencia en el concreto utilizando micro y nano sílice con agregados de la cantera – Puno”*. Su objetivo general es determinar y comparar las peculiaridades del hormigón empleando microsilíce y nanosilíce con el agregado de la cantera Cutimbo. Es un estudio de tipo experimental. Resultado de ensayo a compresión con microsilíce a los 28 días con 5% es 520.5kg/cm², con 10% 570.95kg/cm² y con 15% es 552.2kg/cm². El costo del concreto con microsilíce de 520kg/cm² es s/548.04, de 570kg/cm² es s/708.61 y de 552kg/cm² es s/640.53. Como conclusión tuvo que la mezcla con microsilíce a comparación al concreto patrón obteniendo mayores valores con 10% de microsilíce de 570.95 kg/cm² obtuvo al día 28¹³.

Villanueva (2015), presento su proyecto de investigación titulada *“Obtención de un concreto de alta resistencia para un $f_c=800\text{kg/cm}^2$ usando agregados de la cantera el chiche-cajamarca, aditivos y adición mineral”*. Planteo como objetivo lograr una mezcla de concreto de alta resistencia a la compresión, con f_c : 800 kg/cm² o más, manipulando aditivo súper plastificante, nano y micro sílice y usando agregados de la cantera de Cajamarca. Es un estudio de tipo experimental, la población de la tesis fueron todos los especímenes de concreto, la muestra fue intencional y considerada por 90 especímenes en total. Como resultado obtuvo 757.79 kg/cm² a los 14 días y 850,91 kg/cm² a los 28 días. Su conclusión fue que a medida que se aumenta la cantidad de microsilíce en la mezcla, incrementa la adherencia, trabajabilidad y resistencia a la compresión¹⁴.

Achahuanco y Gutiérrez (2019), presentó su proyecto de investigación titulado *“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 microsilíce en la Ciudad del Cusco, 2017”*, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Como finalidad tuvo determinar la cantidad adecuada de microsilíce en reemplazo de cemento para la obtención de concretos estructurales $f_c=210\text{kg/cm}^2$ y $f_c=280\text{kg/cm}^2$. Fue de tipo cuantitativo, la población fue agregados pétreos, cemento y microsilíce, muestreo

no probabilístico; evaluó su resistencia a compresión. Se obtuvo como resultado que al agregar 7% de microsílíce resistió al día 28 fue de 317.03kg/cm², al agregar 10% resistió 321.10kg/cm² y al 15% de microsílíce resistió 339.49kg/cm², respecto a los resultados de costo del m³ del concreto, el diseño de concreto con 7% tuvo un costo de S/.237.00, el diseño de concreto con 10% tuvo un costo de S/.261.79, el diseño de concreto con 15% tuvo un costo de S/.318.61. Su proyecto concluye que la cantidad óptima necesaria de microsílíce es del 7% en peso de la cantidad del cemento¹⁵.

Sato (2015) realizó la investigación titulada *“Características y durabilidad del concreto con humo de sílice y agregado de origen basáltico en medios agresivos”*. Tuvo como objetivo profundizar y demostrar algunos de sus conocimientos adquiridos en la profesión de ingeniería civil, determinando el comportamiento de una mezcla de concreto a la que se le adiciona humo de sílice como material cementario suplementario. Es un estudio de tipo experimental. Uso como población probetas y vigas, con tiempo de curado de 7, 14, 28, 90 días. Obtuvo como resultados de resistencia a compresión del diseño patrón 544kg/cm² a los 28 días con relación de a/c 0.45, el diseño con 5% de humo de sílice resistió 598kg/cm² y el diseño con 10% de humo de sílice resistió 595kg/cm², los resultados de resistencia a flexión del diseño patrón fue de 63.15kg/cm², el diseño con 5% de humo de sílice resistió 57.84kg/cm² y el diseño con 10% de humo de sílice resistió 60.12kg/cm². La investigación tuvo como conclusión que el incremento en la resistencia a compresión a 28 días respecto a las mezclas de control se presentó en la mezcla M2, la cual contenía 5% de humo de sílice como material cementante suplementario. El micro sílice disminuye de manera poco significativa la relación entre la resistencia a tensión (indirecta y módulo de rotura)¹⁶.

Humo de sílice

El humo de sílice se descubrió por primera vez en Noruega en 1947, cuando empezaron los controles ambientales del filtrado de los gases de escape de los hornos¹⁷. El humo de sílice es el subproducto del proceso de fundición de silicio metal y fabricación de aleaciones de ferro sílice¹⁸. La microsílíce se utiliza en muchos países para fabricar hormigones con alta durabilidad¹⁹. El uso de este aditivo puede sustituir grandes volúmenes de cemento Portland y ayudar con

diferentes niveles de efecto sobre propiedades reológicas y propiedades a largo plazo²⁰. Es bien sabido que este producto tiene varias ventajas, como la alta resistencia máxima, alta resistencia al sulfato y bajo calor de hidratación²¹, ya que es un polvo muy fino y tiene propiedades puzolánicas que le ayuda a reaccionar de manera química con el hidróxido de calcio para la creación de un gel²². Cuando se usa en compactación de hormigón con materiales cementosos, incrementa la trabajabilidad, propiedades reológicas y características de rendimiento de resistencia²³.

Se ha utilizado con éxito en muchos recientes estructuras de hormigón para optimizar la calidad en estado fresco y endurecido, su tamaño más fino da como resultado un efecto de relleno que une espacios entre partículas de cemento y los espacios entre cemento partículas y agregados²⁴. Ensayos de laboratorio de hormigones de humo de sílice han demostrado una disminución en la permeabilidad al agua del hormigón y coeficientes de difusión de cloruro de hormigón²⁵. El humo de sílice puede llegar a aprovecharse como una fuente de refuerzo no corrosivo²⁶, sus propiedades representativas son las partículas con una dimensión promedio de 0.1 a 0.2 micrómetros, su perfil esférico de los polvos, el mínimo contenido de carbón, tiene un contenido de por lo menos 90% de SiO₂²⁷.

Sus propiedades físicas son; Color, Debido al SiO₂, su tono está definido a partir de sus partículas no silicios, el cual involucra al óxido de hierro y carbón; Densidad, esta varía su valor según la marca, a más contenido de carbono en el humo de sílice su densidad será más baja; Peso unitario no densificado, su promedio es de 300 kg/cm³ que se encuentra entre los 130 a 430 kg/m³; Superficie específica, al ser muy fino el humo de sílice, tiene una gran superficie específica y como se conforma de una gran porción de dióxido de sílice contribuye muy buenas características puzolánicas, por esa razón también se le denomina súper puzolana²⁸.

Sus propiedades químicas son; Composición química, el humo de sílice tiene como composición sobresaliente el SiO₂, la cual se acierta entre el 90%-96%; Cloruros, existe relaciones occidentales de los límites para el cloruro en el humo de sílice entre el 0.1 a 0.3 en masa; pH, está por lo general son determinadas, esto se puede demostrar cuando se añade 20g y 80g de humo de sílice²⁹.

Las propiedades en estado fresco son; Cohesividad, el humo de sílice hace que el concreto sea más cohesivo; Trabajabilidad, este efecto es ventajoso pero de igual manera durante la colocación hace que el concreto sea menos trabajable, lo cual requiere a un aumento de asentamiento para mantener una trabajabilidad aparente; Segregación, para la misma cantidad de agua, las mezclas que incluyen humo de sílice, por su gran fineza y mayor demanda de agua, es más densa y cohesiva y menos expuesta a la segregación; Exudación, la adición de humo de sílice a la pasta reduce la exudación por los cambios en las propiedades reológicas del concreto; Fraguado y Endurecimiento, el período de fraguado de los concretos con la adición de este aditivo es parecido al de los concretos ordinarios, mientras que el concreto endurece, la reacción química del humo de sílice provoca cambios en las propiedades físicas³⁰.

Las propiedades en estado endurecido son; Resistencia en compresión, especialmente la resistencia en compresión, se modifica de forma muy trascendental si se adiciona humo de sílice a la mezcla. El incremento de magnitud y porcentajes de resistencia depende de muchos factores, los cuales algunos de ellos son, la cantidad de humo de sílice, propiedades del agregado, régimen de curado, al usar aditivos reductores de agua, tipo de cemento, y el tipo de mezcla; Durabilidad, esto depende del ambiente de donde se exponga el concreto o de sus propias causas, estas son la reacciones álcali-agregado; Contracción y expansión, los concretos adicionados con humo de sílice, son menos contraídos comparado a los concretos normales³¹.

Las ventajas del uso de humo de sílice, mejor resistencia a la abrasión y a químicos para una mayor posibilidad de vida/duración³², mejora la manejabilidad de la mezcla en estado fresco por su gran aporte de partículas finas, además de la estabilidad³³, desarrolla altas resistencias a edades anticipadas para tiempos de ciclo de producción más cortos, mejora el comportamiento del concreto y mayores resistencias a bajas temperaturas, aumenta la producción y baja los costos de transporte por bombas, y adelanto de obras. Como desventajas se podría decir que requiere excelentes condiciones de curado, es sensible a las diferenciaciones de los materiales utilizados y con cualquier agregado de aditivo, cemento o agua en obra alterará su diseño, afectando la calidad del concreto³⁴.

El uso y/o reutilización de subproductos industriales o desechos sólidos para agregar a la mezcla de hormigón, como cenizas volantes, escoria de alto horno y humo de sílice, también ayudan a proteger el medio ambiente³⁵ y al aplicarlo como sustitución parcial del cemento, provocan una disminución en el costo del concreto³⁶.

Relación agua/cementantes y humo de sílice; Esta correlación es importante como avance tecnológico en el concreto, ya que señala que la mezcla podrá tener resistencia baja o elevada. Si la relación agua/cementante es baja indica que la resistencia es elevada y si la relación agua/cementantes es alta indican mejor manejabilidad en la pasta. Al colocar los cementantes puede variar la resistencia e incluso la disminución de cemento y reemplazarlo con aditivos³⁷. El humo de sílice cuando está en contacto con agua y cemento ocasiona una reacción puzolánica. Esta reacción produce la formación de un gel que se distribuye por toda la estructura del material, generando una mayor resistencia del concreto³⁸.

El humo de sílice aumenta la durabilidad del concreto y para su uso, se debe usar reductores de agua para el flujo deseado, por los contenidos químicos que contiene este aditivo³⁹. La cantidad de reducción de la trabajabilidad a causa de este aditivo, se compensa usando superplastificante⁴⁰. El uso de humo de sílice y superplastificante, así como la disminución de la relación agua cemento, tiene influencia en los hormigones de alto rendimiento, desarrollo de cepas térmicas y de contracción⁴¹. Cuando se agrega este aditivo a la mezcla, hay un cambio en la interfaz entre agregados y pasta, porque en lugar de huecos e hidróxido de calcio, las formaciones son evidentes⁴².

Diseño de mezclas de concretos optimizados con humo de sílice; Para poder llegar a las proporciones finales de la mezcla optimizada con micro sílice se parte de un diseño de mezcla convencional obtenida utilizando la normativa ACI 211.1, a partir de la cual se obtiene el diseño patrón $f'c=210$ kg/cm², el cual proporciona las cantidades de cemento, agua, agregados fino y grueso, a las cuales se le resta cantidades al cemento y agregado para poder conservar el valor de 1m³⁴³.

Tabla N° 01: *Diseño de mezcla de concreto adicionando humo de sílice*⁴⁴

Materiales	Mezclas del concreto con adición de humo de sílice			
	15%	10%	5%	0%
Agregado fino	543 kg	552 kg	571 kg	590 kg
Cemento	500 kg	500 kg	500 kg	500 kg
Agregado grueso	892 kg	908 kg	939 kg	970 kg
Humo de sílice	75 kg	50 kg	25 kg	0 kg
Agua	176 lt	190 lt	183 lt	175 lt

Fuente: *Lizarazo y López, 2011*

Concreto

Las estructuras que son elaboradas de concreto son de bajo costo de mantenimiento. Sin embargo, en los últimos 30 años, ha generado que sufran de agrietamientos. Como solución se refuerza con acero, para reducir la corrosión⁴⁵.

La dosificación implica equilibrio como consistencia, densidad, resistencia y entre otros. Para calcular la dosificación, se fundamenta en determinar el peso, absorción, volumen de sus componentes por lo mismo que deben proporcionar durabilidad, densidad y fuerza para una aplicación de forma peculiar tomando en cuenta lo que provoca en la mezcla, el calor⁴⁶.

Componentes del concreto

Agua: Este elemento ha generado la unión con los otros elementos para la realización del concreto, que formen una pasta. Agregado fino: Ha sido la disgregación de las rocas de forma natural. Ha consistido de arena ya sea natural o manufacturada, que tienen que estar libre de polvos para que no pierda sus propiedades. Agregado grueso: Este elemento ha provenido de la atomización innata o artificioso de la roca. Estas porciones han tenido que estar limpias en la elaboración del concreto y no perder sus propiedades. Aditivos: Fue un material diferente a los elementos del concreto, se emplea agregando antes, durante o después del mezclado⁴⁷. Cemento: Este componente se ha formado de arcillas carbonizadas y aleación de caliza que pasaron por un proceso para ser molidos y convertirse en conglomerante. En cuanto el cemento Portland, ha resistido a los ataques químicos como sulfatos y ácidos⁴⁸.

Para determinar las proporciones se hace en laboratorios que cumplan con el NTP y ACI. Las proporciones típicas son: el volumen del cemento es 7%-15%, agregados 60%-75%, agua 15%-22% y el aire 1%-3%⁴⁹. El agregado es importante en el concreto, ya que puede optimizar las propiedades como resistencia, rigidez, dimensional estabilidad, durabilidad, trabajabilidad y economía⁵⁰.

La resistencia del concreto, esta propiedad consiste en conocer la capacidad que soporta ante cargas y esfuerzos, posee dos comportamientos en compresión, flexión y tracción. También se presentan agentes que hacen reducir la resistencia, los cuales son; Contenido del cemento, este contenido debe poseer gran incidencia en la resistencia del concreto, por lo mismo que es el elemento más activo del concreto. Algunos cementos presentan resistencia a menor edad; Relación a/c, esta relación es de gran significación para elaborar el concreto y comprobar la resistencia⁵¹.

Resistencia a compresión, es la resistencia mecánica del concreto, que se enfoca primordialmente en la resistencia a la compresión, por lo mismo que esta compone una gran capacidad para resistir esfuerzos⁵²; Resistencia a flexión, Este ensayo permite determinar la resistencia a la flexión que presenta un espécimen de concreto cuando se encuentra apoyado en los extremos de su cara longitudinal y es cargado en los tercios de la luz libre entre los apoyos⁵³.

El procedimiento de los pruebas de resistencia a compresión lo dicta la Norma Técnica Peruana (NTP) 339.034:2008(2013) y para los pruebas de resistencia a flexión la Norma Técnica Peruana (NTP) 339.078:2012.

III.METODOLOGÍA

III. METODOLOGIA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación; Es indagación aplicada porque se determina por medio de conocimientos y tecnologías⁵⁴.

La presente investigación es aplicada por lo mismo que se hará estudios del concreto a través de conocimientos previos y se realizara a través de la tecnologías, los cuales son los ensayos de laboratorio que determinara si beneficia el humo de sílice.

Diseño de investigación; El diseño cuasi-experimental, sus variables no se escoge de forma azar, por lo que esos grupos ya se han formado previamente del experimento, adquiere validez interna si se demuestra equivalencia en los grupos. De trascendencia correlacional y explicativo⁵⁵.

Esta investigación es cuasi-experimental, por lo mismo que es manipulable la variables independiente (humo de sílice), para ver el efecto en la variable dependiente (mejora técnica y económica del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$), las variables no fueron escogidas al azar, ya han formado parte de otras investigaciones y es correlacional porque se relacionaran.

3.2 Variables y operacionalizacion

En la presente investigación se utilizara las variables:

Variable independiente; Humo de sílice (cuantitativa)

Definición conceptual: También es llamado micro-sílice, la cual es un polvo muy fino, derivado por limpieza de chimeneas de altos hornos de aleaciones metálicas⁵⁶.

Definición operacional: En la presente investigación se remplazara al cemento con el aditivo humo de sílice, modificando la dosificación en cada mezcla y así comprobar su resistencia de compresión y flexión.

Indicadores: 9%, 10%, 11%, densidad g/cm^2 .

Escala de medición: Razón

Variable dependiente; Mejora técnica y económica del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ (cuantitativa)

Definición conceptual: Técnica; La técnica son todos los procedimientos y recursos de que se aprovecha una ciencia o arte⁵⁷. Económica; El valor económico es una herramienta que se maneja para cuantificar, en términos monetarios, el costo de los bienes y servicios eco sistémicos⁵⁸.

Definición operacional: Técnica; Esta investigación se determinará la mejora técnica realizando los respectivos ensayos mecánicos de resistencia a la compresión y flexión. Económica; Este proyecto de investigación analizará el costo del m³ del concreto, realizando el presupuesto con el valor de cada dosificación de humo de sílice, comparándola con la de mezcla patrón.

Indicadores: Resistencia a la compresión kg/cm^2 , Resistencia a la flexión kg/cm^2 , Costo

Escala de medición: Razón

Operacionalización de variables; Proceso metodológico donde se aporta la definición operacional y nominal también se descompone sus variables en dimensiones e indicadores⁵⁹.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población: Es el conjunto en el cual generaliza los resultados y concordar una serie de una peculiar situación. La población debe situarse en torno al tiempo y lugar⁶⁰.

La población de la presente investigación es la producción de concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con humo de sílice en Lima.

Muestra: Trata sobre un subgrupo de una población en cual debe ser representativa para así recolectar datos. Existen dos tipos son: muestra probabilística, sus elementos son de escogidas aleatoria en cuanto a la no probabilística, la elección de sus elementos es aleatorio si no depende de las características de su variable dependiente⁶¹.

En la Norma Técnica Peruana 339.034 y 339.078 menciona la cantidad mínima de vigas y probetas que se usaran para los ensayos a flexión y compresión, las cuales

se realizaran en un laboratorio. Con lo indicado previamente se señala que la muestra de este proyecto será: **36 probetas cilíndricas de 15cmX30cm y 24 vigas prismáticas de 15cmX15cmX50cm de concreto $f'c= 210$ kg/cm²**, representada en la tabla N° 02.

Tabla N° 02: Cantidad de especímenes por mezcla.

Tipo de ensayo	Diseño de mezcla + % aditivo	Días			Cantidad total por diseño
		7	14	28	
		PROBETAS			
Resistencia a la compresión NTP 339.034	D0 + 0%	3	3	3	9
	D1 + 9%	3	3	3	9
	D2 + 10%	3	3	3	9
	D3 + 11%	3	3	3	9
			Total de probetas	36	
			VIGAS		
Resistencia a la flexión NTP 339.078	D0 + 0%	2	2	2	6
	D1 + 9%	2	2	2	6
	D2 + 10%	2	2	2	6
	D3 + 11%	2	2	2	6
			Total de vigas	24	

Fuente: Elaboración propia

Muestreo: La muestra por conveniencia es el modo que consiste en la selección de las componentes de la muestra en representación arbitraria, las que se presentan al investigador, sin criterio alguno que lo defina. Los componentes de la muestra se autoseleccionan o se selecciona de acuerdo a su cómoda disponibilidad⁶².

Esta investigación es no probabilístico, porque su selección de esta muestra es de recopilación no aleatoria, es a criterio del investigador de acuerdo a estudios ya establecidos se realiza el experimento en 7, 14 y 28 días con el fin de lograr los resultados de resistencia del concreto por medio de ensayos.

Muestreo: **No probabilístico**

Unidad de análisis

Se les nombra también casos o elementos con sucesos de estudio, el cual depende del planteamiento de la investigación y de los alcances del estudio⁶³.

Con lo mencionado anteriormente se puede determinar la unidad de análisis que se emplea en el presente proyecto, la cual es: **Mejora técnica y económica del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

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

Técnicas de recolección de datos

Consiste en el estudio del grupo y fenómenos reconocidos por el investigador. Su carácter experimental viene dado porque el experimento es el instrumento de investigación causal por excelencia, a diferencia de la observación directa o siempre que generalmente es descriptiva⁶⁴.

En esta investigación se manipulara la variable independiente provocando un efecto en la variable dependiente mediante ensayos. Con el fin de analizar los resultados, se usara la técnica de la observación experimental con la ayuda de las fichas técnicas.

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos para recolectar datos son recursos, formatos o dispositivos en cual permiten registrar, obtener o almacenar información⁶⁵.

Se elaborara fichas técnicas, las cuales serán usadas para la recolección de datos de la presente investigación.

Ficha técnica N° 01: Resistencia a la compresión (Anexo N° 03)

Ficha técnica N° 02: Resistencia a la flexión (Anexo N° 04)

Ficha técnica N° 03: Costo (Anexo N° 05)

Validez

Una validación trata sobre el grado donde el instrumento mide su variable que quiere medir⁶⁶.

Los diferentes formados que se elaboraron para cada ensayo a realizar, serán revisados por tres ingenieros que validarán su uso en este proyecto. Además, Los ensayos que serán elaborados en el laboratorio, serán validados por los especialistas del lugar, firmándolos y otorgando certificados.

Confiabilidad

Se trata en cuanto un grado en donde la aplicación de un instrumento forma resultados coherentes y consistentes. Para calcular la confiabilidad se emplea procedimiento o formulas dando coeficientes de fiabilidad de un rango de cero a uno, cuando más se esté en el coeficiente cero será mayor error⁶⁷.

Este proyecto de investigación presentará confiabilidad porque utilizará el NTP como guía. En cuanto a la elaboración de los ensayos se hará en un laboratorio confiable por lo mismo que las máquinas deben estar vigentes, actualizadas y calibradas.

3.5 Procedimientos

ETAPA 1: Adquisición de los materiales

Para poder elaborar el diseño de mezcla del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, se usara los materiales adecuados los cuales serán agregado fino, agua, agregado grueso y cemento, también se utilizara humo de sílice, la cual sus porcentajes son de 9% 10% y 11%, un porcentaje en cada mezcla, las cantidades adquiridas de cada material se mencionan en la tabla N° 03.

Tabla N° 03: Cantidad de adquisición de materiales.

Materiales	Unidad	Cantidad
Humo de sílice	bls	1.00
Cemento Sol Tipo I	bls	8.00
Agregado fino	m3	0.56
Agregado grueso	m3	0.70
Agua	lt	200.00

Fuente: Elaboración propia

ETAPA 2: Caracterización de los agregados

-Se realizara los ensayos granulométricos de los agregados, para clasificar las dimensiones de las partículas de los agregados a través de un análisis de los tamices usando la Norma ASTM C136 y ASTM C33

-Se procederá a saber el peso unitario suelto, compactado y específico, usando la Norma ASTM C29 y ASTM C127

ETAPA 3: Diseño de mezclas

-Se elaborara una mezcla patrón siguiendo la norma de ACI 211.1 para concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

-Después se elaborara las mezclas usando cada porcentaje de humo de sílice, las cuales son 9%, 10% y 11%.

ETAPA 4: Ensayo al concreto fresco

-En esta etapa se realizara el ensayo a cada mezcla elaborada en estado fresco según NTP 339.035.

-Se tomara una muestra de la mezcla patrón y de las mezclas con los distintos porcentajes de humo de sílice para realizar el cono de abrams.

ETAPA 5: Elaboración de los especímenes

-Se utilizara moldes de probetas cuyas medidas son de 15cm x 30cm según NTP 339.034

-Se harán 9 probetas de cada mezcla, la cual suman 36 probetas en total.

-Se utilizara moldes de vigas cuyas medidas son de 15cm x 15cm x 50cm según NTP 339.078

-Se hará 6 vigas de cada muestra, la cual suman 24 vigas en total.

ETAPA 6: Curado de los especímenes

Los especímenes de concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, serán curado de acuerdo a la NTP 339.183, para que el concreto logre alcanzar sus propiedades mecánicas, el tiempo de curado será de 7, 14, 28 días.

ETAPA 7: Ensayos al concreto endurecido

-Se realizara los ensayos a compresión y flexión según la NTP 339.034 y NTP 339.078.

- Se verá la resistencia a compresión y flexión que tenga cada muestra con edades de 7, 14 y 28 días.

ETAPA 8: Interpretación y discusión de resultados

-Se completara las fichas técnicas de recolección de datos, con los resultados que se obtendrán del análisis de costos de toda la elaboración y de los ensayos de flexión y compresión.

-Se discutirá con resultados de otros investigadores, comparando los costos y resistencias obtenidas.

ETAPA 9: Conclusiones y recomendaciones

Se realizara las conclusiones según los resultados y dará recomendaciones para futuras investigaciones que tengan las mismas finalidades.

3.6 Métodos de análisis de datos

Se define estadística descriptiva al conjunto de métodos para la recogida, clasificación, representación y resumen de los datos.⁶⁸

Se analizará los resultados de los ensayos a compresión y flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm², tabulando y elaborando gráficos que se analizarán mediante estadística descriptiva.

3.7 Aspectos éticos

El autor de esta investigación se compromete de manera respetuosa para que la investigación cumpla con la veracidad del contenido, citando con el fin de respetar los derechos de autor. De esta manera se citaron en el marco teórico debidamente de los diferentes autores. Los resultados serán veraces porque se realiza en un laboratorio con máquinas calibradas y se sustenta el trabajo con los certificados firmados por especialistas que saben el tema de la investigación. Además, este estudio tiene como propósito beneficiar en la realización de las estructuras del concreto.

IV. RESULTADOS

IV. RESULTADOS

4.1 Desarrollo del procedimiento

ETAPA 1: Adquisición de los materiales

Se adquirieron los materiales para la elaboración del concreto, los cuales son: agregado fino y agregado grueso adquiridas de la Cantera Trapiche, agua, cemento sol tipo I y humo de sílice de la marca Chema.



Figura 01. Aditivo humo de sílice (Chema Fume).

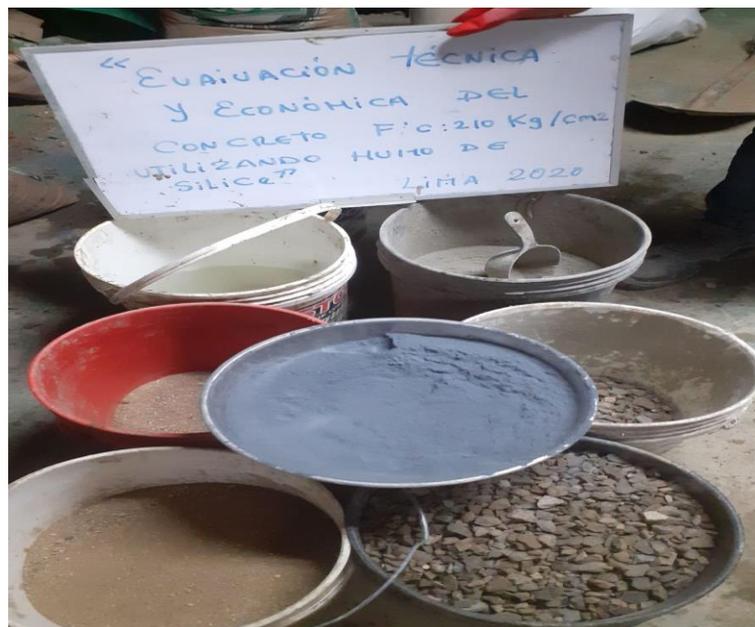


Figura 02. Materiales.

ETAPA 2: Caracterización de los agregados

-Se realizaron los ensayos granulométricos de los agregados usando la Norma ASTM C136 y ASTM C33.

Agregado Fino:

Tabla N° 04: Valores tamizados del agregado fino.

MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa	ASTM C 33
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.76	17.5	2.8	2.8	97.2	95 - 100
Nº8	2.38	112.5	17.9	20.7	79.3	80 - 100
Nº 16	1.19	131.2	20.9	41.6	58.4	50 - 85
Nº 30	0.60	135.2	21.5	63.1	36.9	25 - 60
Nº 50	0.30	84.2	13.4	76.5	23.5	05 - 30
Nº 100	0.15	82.6	13.2	89.7	10.3	0 - 10
FONDO		64.8	10.3	100.0	0.0	0 - 0

Fuente: Elaboración propia.

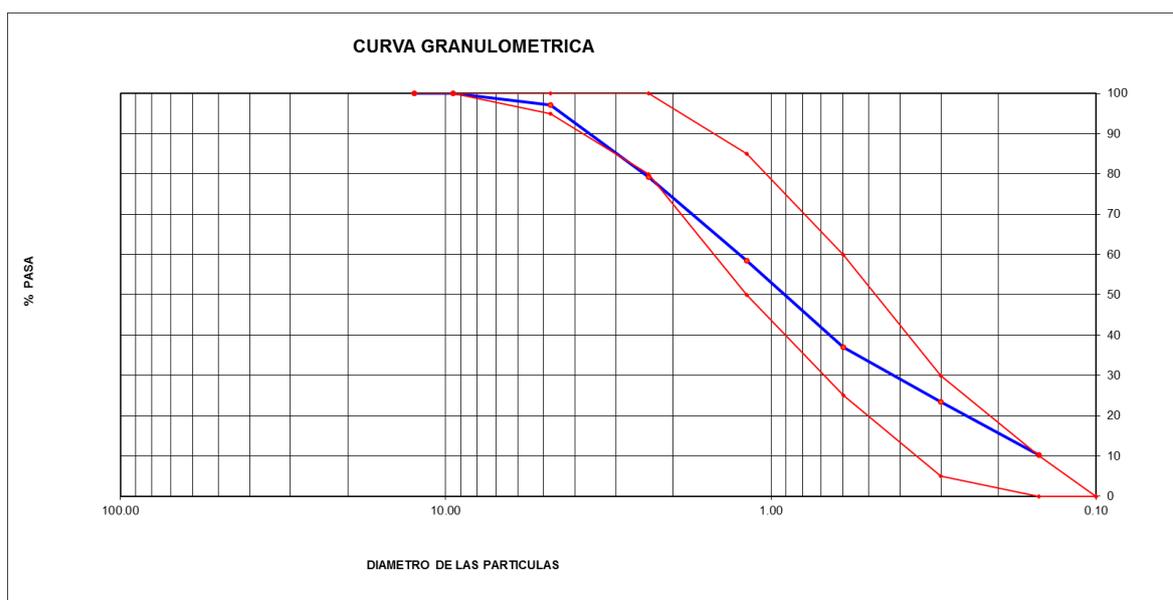


Figura 03. Curva granulométrica del agregado fino.

Agregado Grueso:

Tabla N° 05: Valores tamizados del agregado grueso.

MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa	HUSO # 67
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.05	121.5	2.9	2.9	97.1	90 - 100
1/2"	12.50	1,911.0	45.2	48.1	51.9	---
3/8"	9.53	1,168.0	27.6	75.7	24.3	20 - 55
N° 4	4.76	1,021.0	24.1	99.8	0.2	0 - 10
N° 8	2.38	8.0	0.2	100.0	0.0	0 - 5
N° 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		2.9	0.1			

Fuente: Elaboración propia.

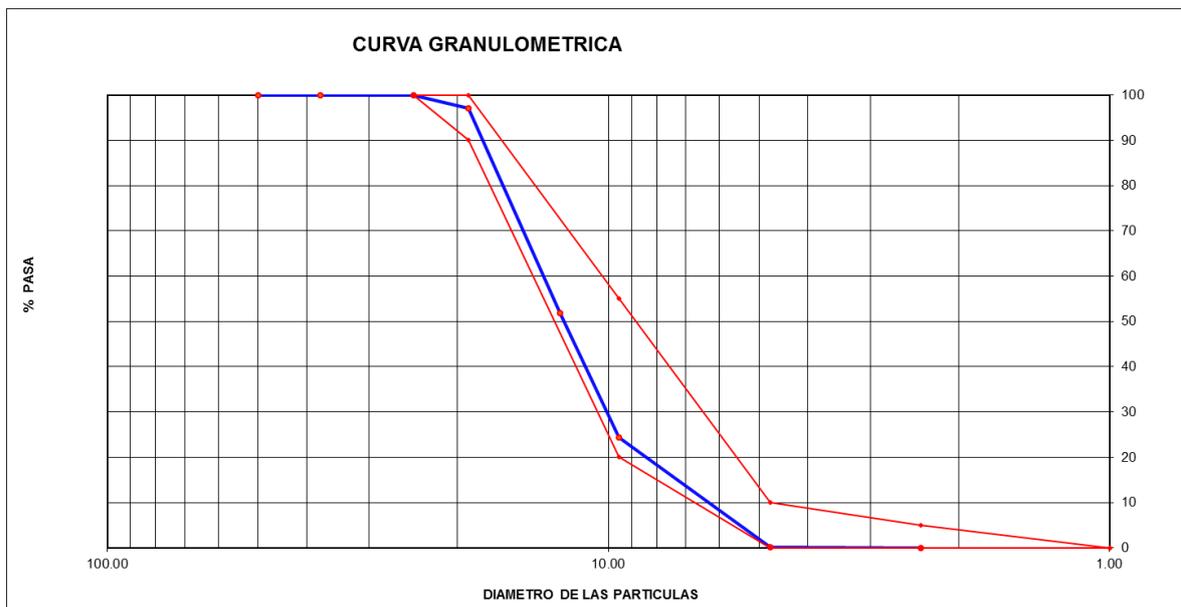


Figura 04. Curva granulométrica del agregado grueso.



Figura 05. Realizando ensayo de granulometría.

-Se procedió a saber el peso unitario suelto, compactado y específico, usando la Norma ASTM C29 y ASTM C127.

Resultados del Agregado Grueso:

Tabla N° 06: Peso unitario suelto del agregado grueso.

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	30642	30612	30605
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	20842	20812	20805
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.494	1.492	1.491
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		g/cc	1.492		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 07: Peso unitario compactado del agregado grueso.

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	32434	32468	32471
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	22634	22668	22671
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.623	1.625	1.625
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO		g/cc	1.624		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 08: Valores de peso específico del agregado grueso.

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla A	g	1541.0	1587.0	1564.0
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca B	g	2436.0	2508.0	2472.0
3	Peso muestra Seco C	g	2424.0	2496.0	2460.0
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A	g/cc	2.72	2.72	2.72
5	Peso específico de masa = C/B-A	g/cc	2.71	2.71	2.71
6	Peso específico aparente = C/C-A	g/cc	2.75	2.75	2.75
7	Absorción de agua = ((B - C)/C)*100	%	0.5	0.5	0.5

Fuente: Elaboración propia.

Resultados del Agregado Fino:

Tabla N° 09: Peso unitario suelto del agregado fino.

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6524	6495	6485
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4161	4132	4122
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.508	1.497	1.493
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		g/cc	1.499		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 10: Peso unitario compactado del agregado fino.

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	7328	7285	7301
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4965	4922	4938
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.799	1.783	1.789
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO		g/cc	1.790		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 11: Valores de peso específico del agregado fino.

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	PROMEDIO
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon + Peso de Agua	g	980.7	981.5	981.1
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon	g	670.2	669.8	670.0
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	310.5	311.7	311.1
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balon	g/cc	661.6	661	661.30
5	Peso del Balon N° 2	g/cc	170.2	169.8	170.00
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	491.4	491.2	491.30
7	Volumen del Balon (V = 500)	cc	497.5	498.2	497.9
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))		g/cc	2.63	2.63	2.63
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))		g/cc	2.67	2.68	2.68
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W)-(500-A)])		g/cc	2.75	2.76	2.76
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A*100]		%	1.8	1.8	1.8

Fuente: Elaboración propia.



Figura 06: Realizando el ensayo de absorción.

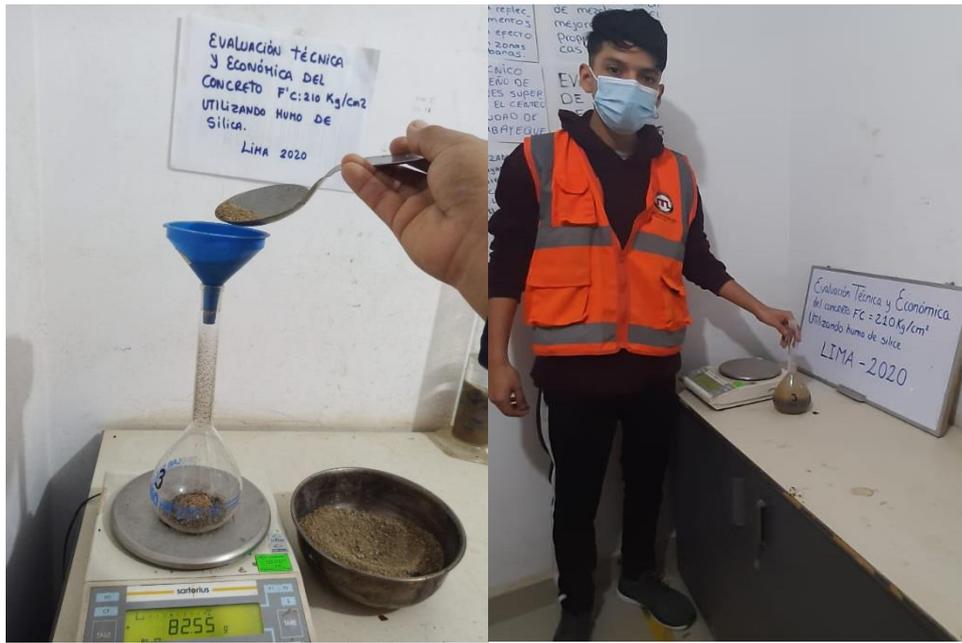


Figura 07. Realizando el ensayo de absorción y peso específico.

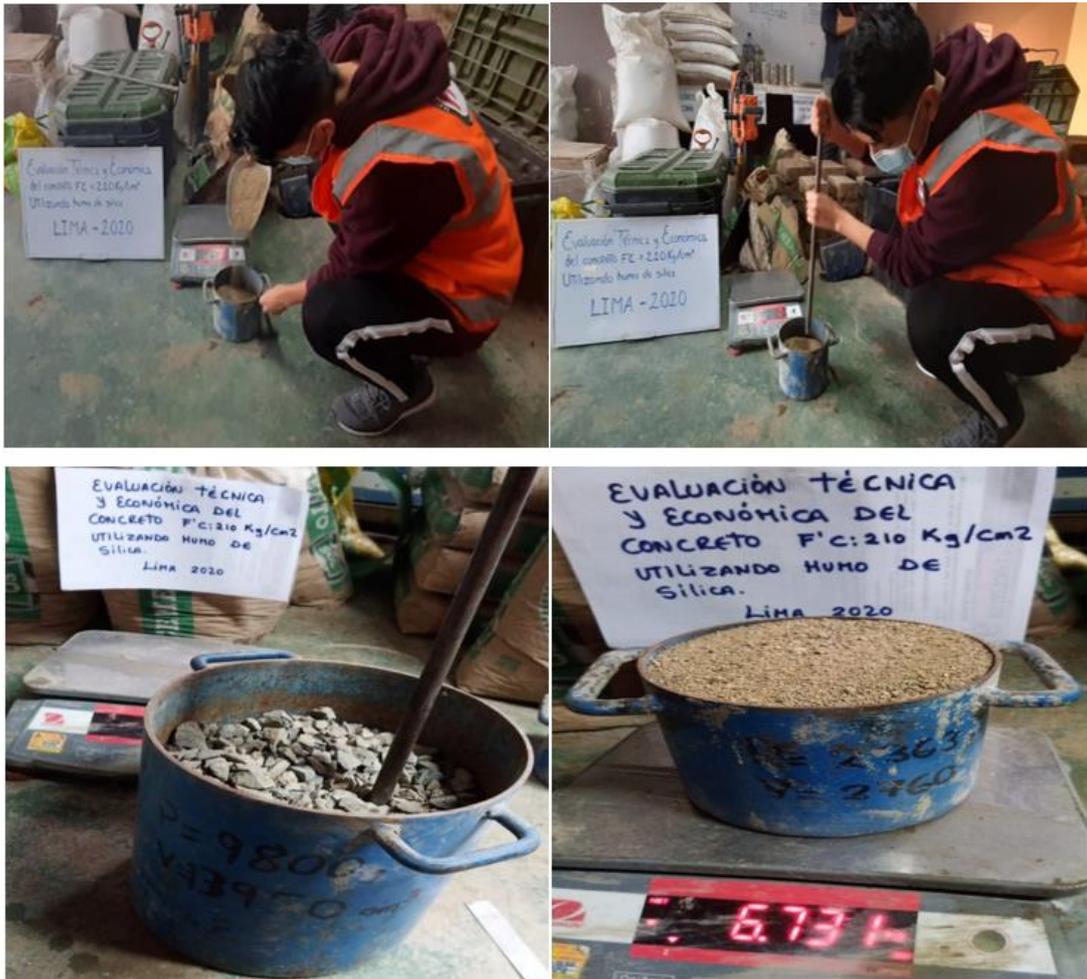


Figura 08. Realizando peso unitario suelto y compactado.

ETAPA 3: Diseño de mezclas

-Se elaboró una mezcla patrón siguiendo la norma de ACI 211.1 para concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Tabla N° 12: Diseño de mezcla Patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2$ (D0).

DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN DE HUMO DE SILICE (D0)		
MATERIALES	CANTIDAD	UND
CEMENTO	361	Kg
AGREGADO FINO	831	Kg
AGREGADO GRUESO	922	Kg
AGUA	222	Lts

Fuente: Elaboración propia.

-Después con respecto a la mezcla patrón, se elaboraron las mezclas usando cada porcentaje de humo de sílice, las cuales son 9%, 10% y 11%.

Tabla N° 13: Diseño de mezcla $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con 9% de humo de sílice (D1).

DISEÑO DE MEZCLA CON 9% DE HUMO DE SILICE (D1)		
MATERIALES	CANTIDAD	UND
CEMENTO	329	Kg
HUMO DE SILICE	32.5	Kg
AGREG. FINO	827	Kg
AGREG. GRUESO	916	Kg
AGUA	222	Lts

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 14: Diseño de mezcla $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con 10% de humo de sílice (D2).

DISEÑO DE MEZCLA CON 10% DE HUMO DE SILICE (D2)		
MATERIALES	CANTIDAD	UND
CEMENTO	325	Kg
HUMO DE SILICE	36.1	Kg
AGREG. FINO	826	Kg
AGREG. GRUESO	915	Kg
AGUA	222	Lts

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 15: Diseño de mezcla $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ con 11% de humo de sílice (D3).

DISEÑO DE MEZCLA CON 11% DE HUMO DE SILICE (D3)		
MATERIALES	CANTIDAD	UND
CEMENTO	322	Kg
HUMO DE SILICE	39.7	Kg
AGREG. FINO	826	Kg
AGREG. GRUESO	914	Kg
AGUA	222	Lts

Fuente: Elaboración propia.

ETAPA 4: Ensayo al concreto fresco

-En esta etapa se realizó el ensayo a cada mezcla elaborada en estado fresco según NTP 339.035.

-Se tomó una muestra de la mezcla patrón y de las mezclas con los distintos porcentajes de humo de sílice para realizar el cono de abrams.



Figura 09. Realizando ensayo de cono de abrams.

ETAPA 5: Elaboración de los especímenes

-Se utilizó moldes de probetas cuyas medidas son de 15cm x 30cm según NTP 339.034.

-Se realizó el vaciado a 9 probetas de cada mezcla, la cual suman 36 probetas en total.



Figura 10. Elaboración de probetas.

-Se utilizó moldes de vigas cuyas medidas son de 15cm x 15cm x 50cm según NTP 339.078.

-Se realizó el vaciado a 6 vigas de cada muestra, la cual suman 24 vigas en total.



Figura 11. Elaboración de vigas.



Figura 12. Probetas y vigas.

ETAPA 6: Curado de los especímenes

Los especímenes de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ fueron curados de acuerdo a la NTP 339.183, para que el concreto logre alcanzar sus propiedades mecánicas, el tiempo de curado fue de 7, 14 y 28 días.



Figura 13. Curado de probetas.

ETAPA 7: Ensayos al concreto endurecido

-Se realizó los ensayos a compresión y flexión según la NTP 339.034 y NTP 339.078.

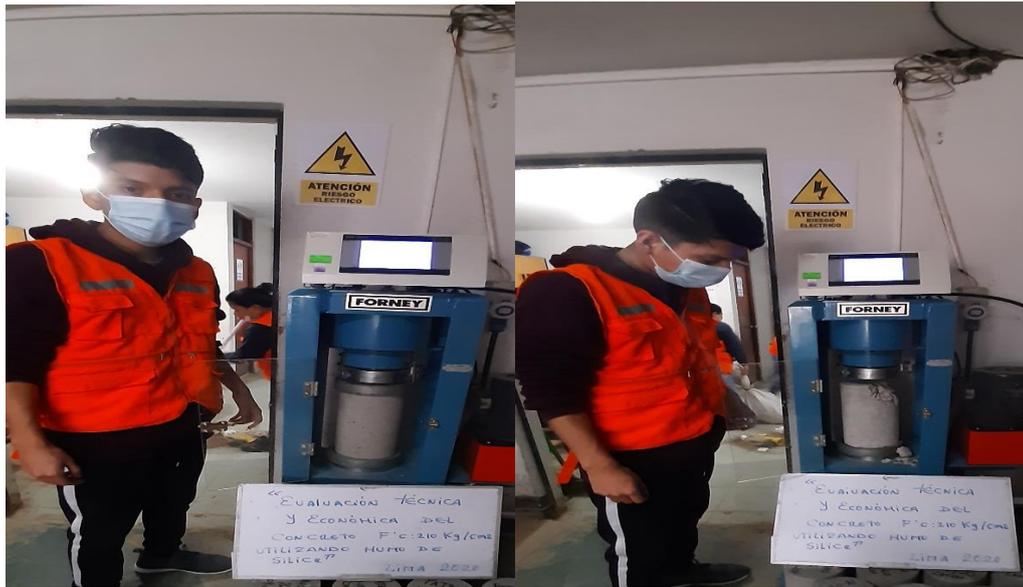


Figura 14. Ensayo a compresión de probetas.

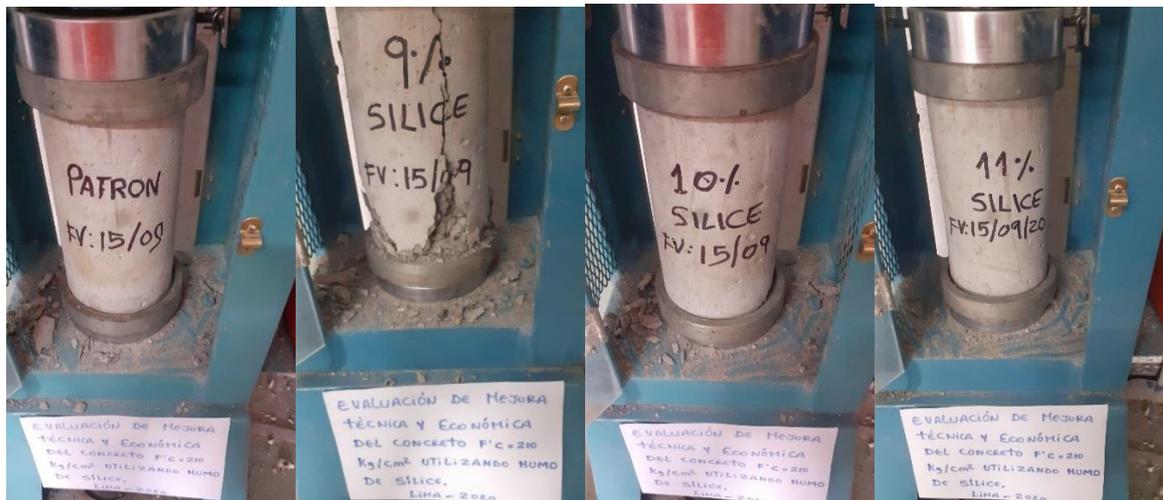


Figura 15. Ensayo a compresión de probetas de cada porcentaje.



Figura 16. Ensayo a flexión de vigas de cada porcentaje.

-Se recolectaron los resultados de compresión a los 7, 14 y 28 días según la ficha técnica N°01 (Anexo N°03).

Tabla N° 16: Recolección de resultados de compresión a los 7 días.

	7 DIAS			PROMEDIO (kg/cm2)
	PROBETAS			
	1	2	3	
D0 + 0% HUMO DE SILICE	192.3	195.4	196.1	194.6
D1 + 9% HUMO DE SILICE	215.8	213.7	218.9	216.1
D2 + 10% HUMO DE SILICE	226.9	228.6	227.8	227.8
D3 + 11% HUMO DE SILICE	214.6	209.9	212.8	212.4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 17: Recolección de resultados de compresión a los 14 días.

	14 DIAS			PROMEDIO (kg/cm2)
	PROBETAS			
	1	2	3	
D0 + 0% HUMO DE SILICE	227.5	224.9	229.8	227.4
D1 + 9% HUMO DE SILICE	260.3	259.7	254.9	258.3
D2 + 10% HUMO DE SILICE	280.6	277.7	279.8	279.4
D3 + 11% HUMO DE SILICE	257.3	256.7	252.9	255.6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 18: Recolección de resultados de compresión a los 28 días.

	28 DIAS			PROMEDIO (kg/cm2)
	PROBETAS			
	1	2	3	
D0 + 0% HUMO DE SILICE	288.4	289.1	285.3	287.6
D1 + 9% HUMO DE SILICE	343.6	340.7	345.2	343.2
D2 + 10% HUMO DE SILICE	381.3	379.5	376.9	379.2
D3 + 11% HUMO DE SILICE	353.1	356.9	355.8	355.3

Fuente: Elaboración propia.

Se recolectaron los resultados de flexión a los 7, 14 y 28 días según la ficha técnica N°02 (Anexo N°04).

Tabla N° 19: Recolección de resultados de flexión a los 7 días.

	7 DIAS		PROMEDIO (kg/cm ²)
	VIGAS		
	1	2	
D0 + 0% HUMO DE SILICE	24	24	24
D1 + 9% HUMO DE SILICE	26	25	25.5
D2 + 10% HUMO DE SILICE	28	28	28
D3 + 11% HUMO DE SILICE	32	29	30.5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 20: Recolección de resultados de flexión a los 14 días.

	14 DIAS		PROMEDIO (kg/cm ²)
	VIGAS		
	1	2	
D0 + 0% HUMO DE SILICE	27	28	27.5
D1 + 9% HUMO DE SILICE	29	28	28.5
D2 + 10% HUMO DE SILICE	30	29	29.5
D3 + 11% HUMO DE SILICE	34	32	33

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 21: Recolección de resultados de flexión a los 28 días.

	28 DIAS		PROMEDIO (kg/cm ²)
	VIGAS		
	1	2	
D0 + 0% HUMO DE SILICE	31	32	31.5
D1 + 9% HUMO DE SILICE	33	32	32.5
D2 + 10% HUMO DE SILICE	33	33	33
D3 + 11% HUMO DE SILICE	35	35	35

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Resultados

Indicador 1: Resistencia a compresión

Resultados de resistencia a compresión a los 7 días.

Teniendo en cuenta a la Tabla N°16, se realizó la Figura 17 para apreciar la variación de la resistencia a compresión de acuerdo a cada porcentaje de humo de sílice.



Figura 17. Comparación de las resistencias a compresión a los 7 días.

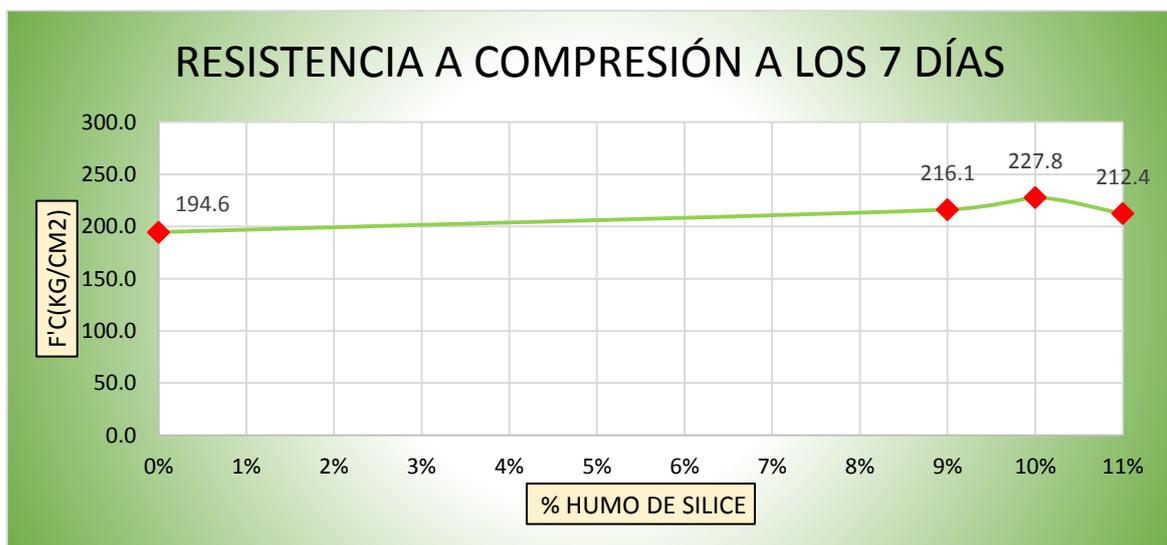


Figura 18. Curva de comparación de las resistencias a compresión a los 7 días.

En la Figura 17, se puede observar que a los 7 días existe una variación de resistencias de las mezclas con humo de sílice con respecto a la mezcla patrón, la cual resistió 194.60kg/cm², el diseño D1+9% obtuvo una variación positiva de 11.07% con respecto al D0+0%, el diseño D2+10% obtuvo una variación positiva de 17.04% y el diseño D3+11% obtuvo una variación positiva de 9.16%. En la Figura 18, se visualiza que a los 7 días existe un aumento de resistencia hasta la adición del 10% de humo de sílice, sin embargo después del 10% de humo de sílice, se puede apreciar que la resistencia empieza a disminuir, esto indica que la mezcla con 10% de humo de sílice fue la de mayor valor con una resistencia de 227.8kg/cm².

Resultados de resistencia a compresión a los 14 días

Teniendo en cuenta a la Tabla N°17, se realizó la Figura 19 para apreciar la variación de la resistencia a compresión de acuerdo a cada porcentaje de humo de sílice.

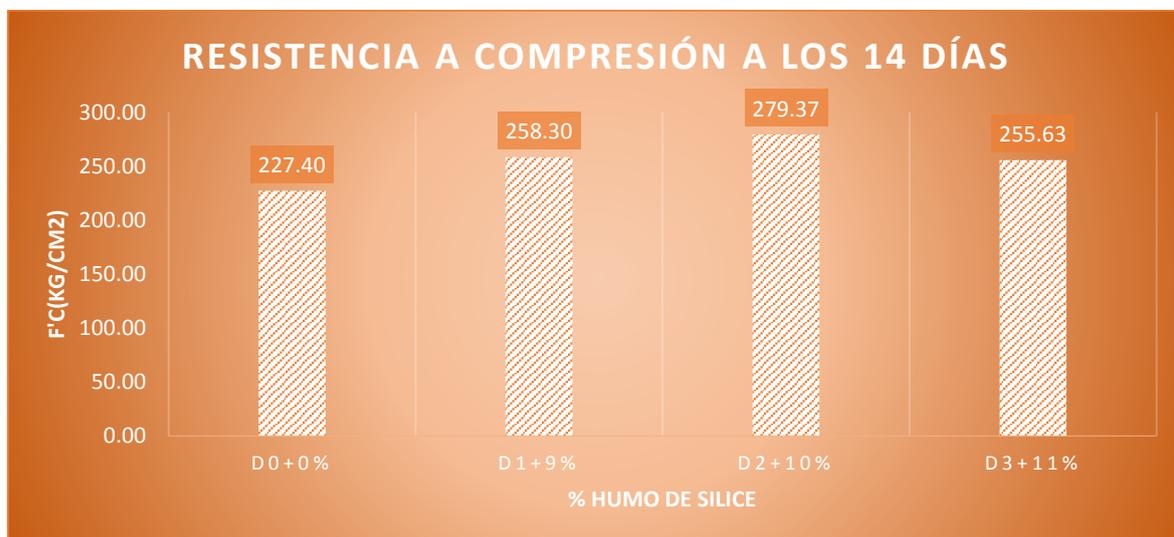


Figura 19. Comparación de las resistencias a compresión a los 14 días.

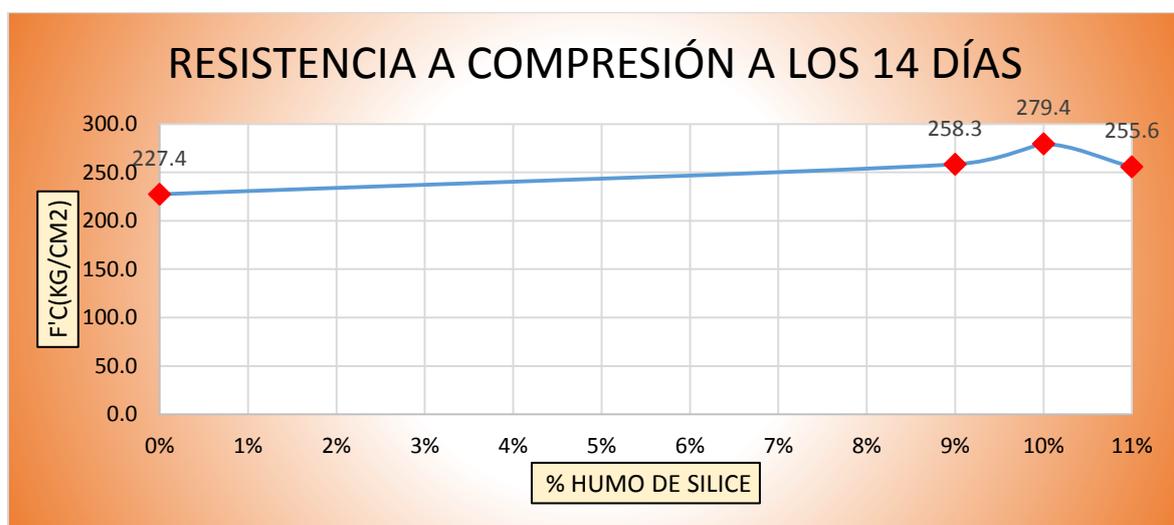


Figura 20. Curva de comparación de las resistencias a compresión a los 14 días.

En la Figura 19, se puede observar que a los 14 días existe una variación de resistencias de las mezclas con humo de sílice con respecto a la mezcla patrón, la cual resistió 227.4kg/cm², el diseño D1+9% obtuvo una variación positiva de 13.59% con respecto al D0+0%, el diseño D2+10% obtuvo una variación positiva de 22.85% y el diseño D3+11% obtuvo una variación positiva de 12.42%. En la Figura 20, se visualiza que a los 14 días continua con un aumento de resistencia

hasta la adición de 10% de humo de sílice, sin embargo después del 10% de humo de sílice, se puede apreciar que la resistencia sigue disminuyendo, esto indica que la mezcla con 10% de humo de sílice fue la de mayor valor con una resistencia de 279.4kg/cm².

Resultados de resistencia a compresión a los 28 días

Teniendo en cuenta a la Tabla N°18, se realizó la Figura 21 para apreciar la variación de la resistencia a compresión de acuerdo a cada porcentaje de humo de sílice.



Figura 21. Comparación de las resistencias a compresión a los 28 días.

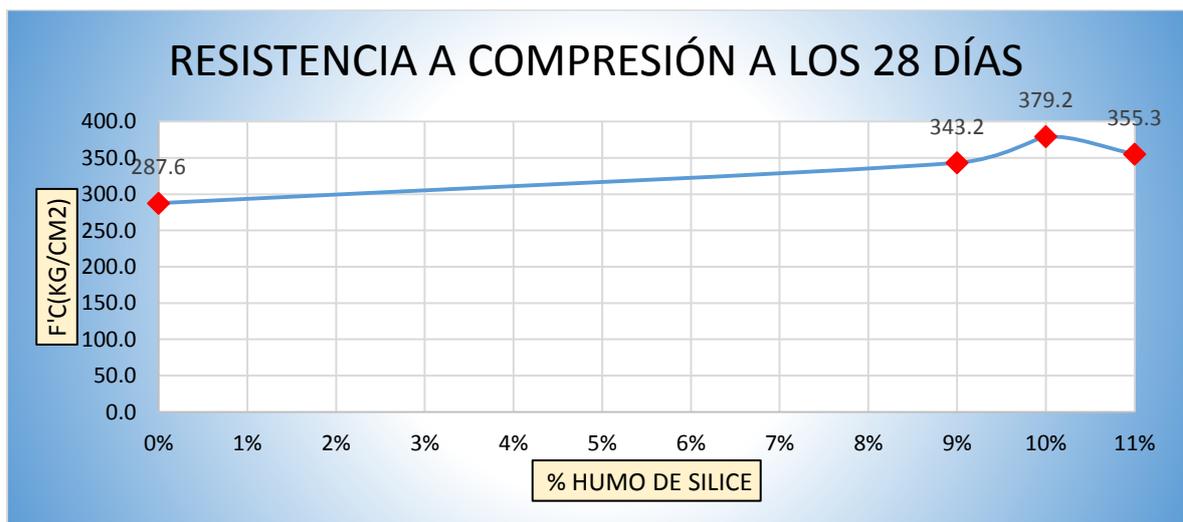


Figura 22. Curva de comparación de las resistencias a compresión a los 28 días.

En la Figura 21, se puede observar que a los 28 días existe una variación de resistencias de las mezclas con humo de sílice con respecto a la mezcla patrón, la

cual resistió 287.6kg/cm², el diseño D1+9% obtuvo una variación positiva de 19.32% con respecto al D0+0%, el diseño D2+10% obtuvo una variación positiva de 31.86% y el diseño D3+11% obtuvo una variación positiva de 23.53%. En la Figura 22, se visualiza que a los 28 días, continua con un aumento de resistencia hasta la adición de 10% de humo de sílice, sin embargo después del 10% de humo de sílice, se puede apreciar que la resistencia sigue disminuyendo.

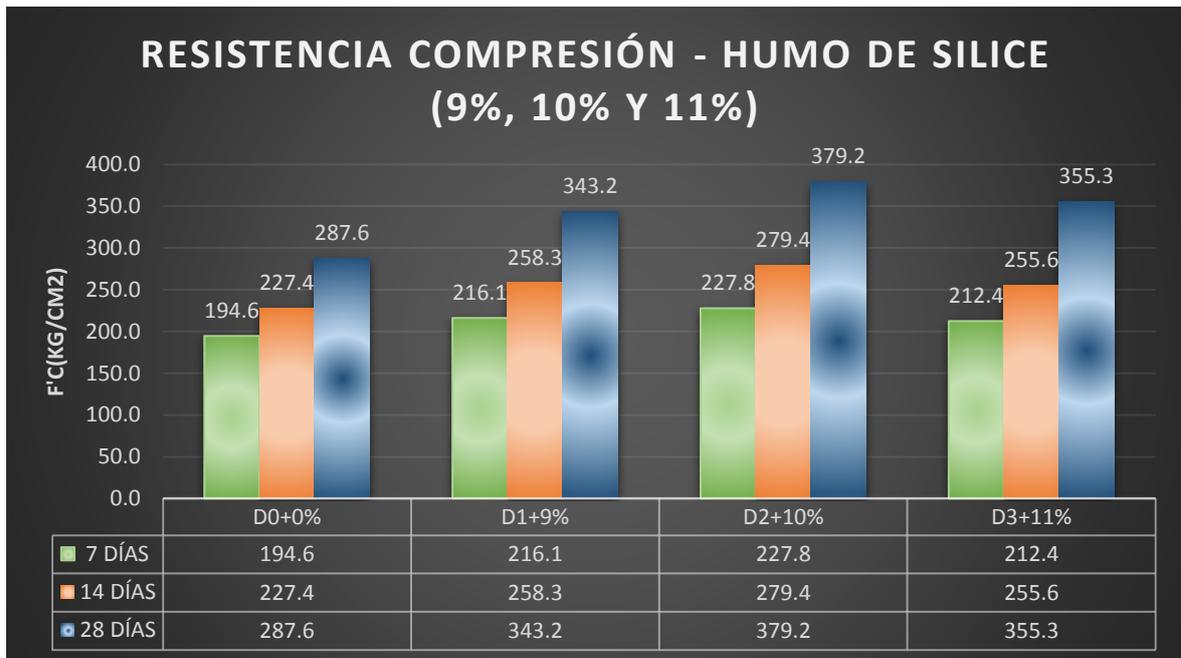


Figura 23. Comparación de la resistencia a compresión a los 7 14 y 28 días.

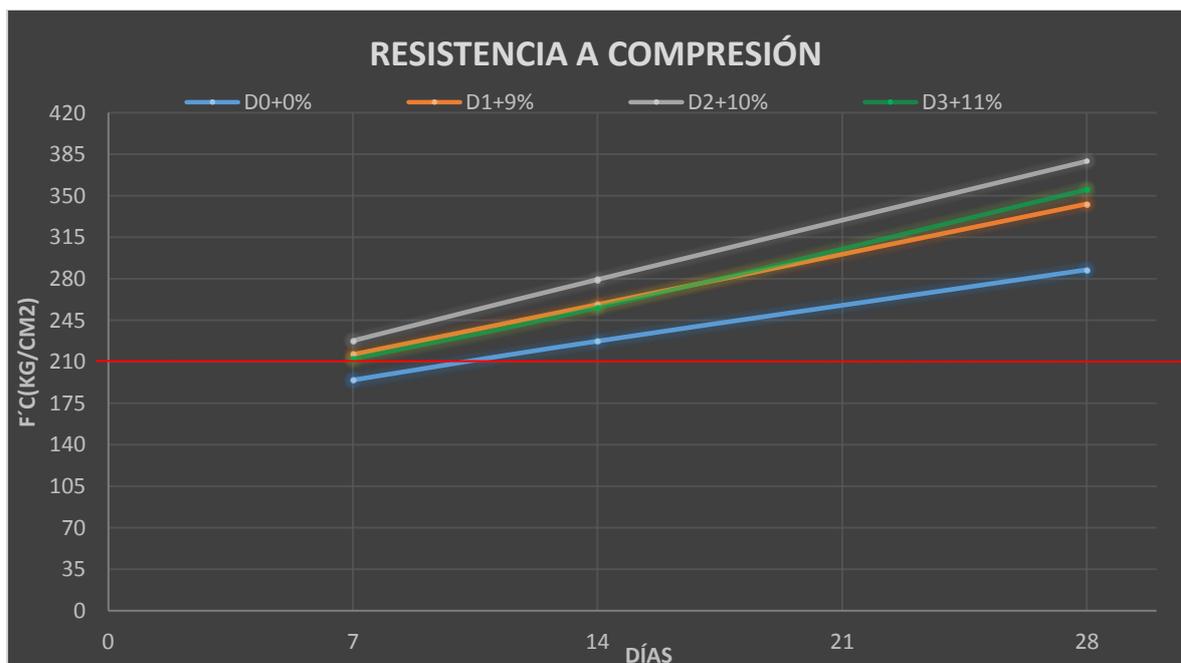


Figura 24. Curvas de comparación de las resistencias a compresión.

En la Figura 24, se puede visualizar que los diseños con humo de sílice a los 7 días pasan la resistencia deseada de $f'c=210\text{kg/cm}^2$, ya que el diseño D1+9% alcanzó el 102.92% de resistencia con respecto al $f'c=210\text{kg/cm}^2$, el diseño D2+10% alcanzó el 108.46% de resistencia y el diseño D3+11% alcanzó el 101.16% de resistencia, por el contrario, el diseño patrón D0+0% alcanzó solo el 92.67% de resistencia. A los 14 días todas las mezclas superaron el $f'c=210\text{kg/cm}^2$, el diseño patrón D0+0% alcanzó el 108.29% de resistencia con respecto al $f'c=210\text{kg/cm}^2$, el D1+9% alcanzó el 123% de resistencia, el diseño D2+10% alcanzó el 133.03% de resistencia siendo la mayor de todas y el diseño D3+11% alcanzó el 121.73% de resistencia. A los 28 días la mayor resistencia ganada fue la del D2+10% alcanzando el 180.59% con respecto al $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y la menor fue del diseño patrón D0+0% alcanzando el 136.95%. En la Figura 23, se presenta todas las resistencias a compresión a las distintas edades de 7, 14 y 28 días, la cual el D2+10% es la que destaco en todas las edades, alcanzando la mayor resistencia de 379.2kg/cm^2 con una variación positiva del 31.86% respecto al diseño patrón D0+0%, por esta razón se acepta la hipótesis; La dosificación del humo de sílice influye de manera positiva en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, 2020.

Indicador 2: Resistencia a flexión

Resultados de resistencia a flexión a los 7 días

Teniendo en cuenta a la Tabla N°19, se realizó la Figura 25 para apreciar la variación de la resistencia a compresión de acuerdo a cada porcentaje de humo de sílice.



Figura 25. Comparación de las resistencias a flexión a los 7 días.



Figura 26. Curva de comparación de las resistencias a flexión a los 7 días.

En la Figura 25, se puede observar que a los 7 días los diseños con porcentajes de humo de sílice presentan una variación de resistencias respecto a la mezcla patrón, la cual resistió 24kg/cm², el diseño D1+9% obtuvo una variación positiva de 6.25% con respecto al D0+0%, el diseño D2+10% obtuvo una variación positiva de 16.67%, el diseño D3+11% obtuvo una variación positiva de 27.08%. En la Figura 26, se visualiza que a los 7 días se forma una curva creciente de las resistencias, indicando que al aumentar más porcentaje de humo de sílice, se obtiene mayor resistencia a flexión.

Resultados de resistencia a flexión a los 14 días

Teniendo en cuenta a la Tabla N°20, se realizó la Figura 27 para apreciar la variación de la resistencia a compresión de acuerdo a cada porcentaje de humo de sílice.



Figura 27. Comparación de las resistencias a flexión a los 14 días.



Figura 28 Curva de comparación de las resistencias a flexión a los 14 días.

En la Figura 27, se puede observar que a los 14 días los diseños con porcentajes de humo de sílice presentan una variación de resistencias respecto a la mezcla patrón, la cual resistió 27.5kg/cm², el diseño D1+9% obtuvo una variación positiva de 3.64% con respecto al D0+0%, el diseño D2+10% obtuvo una variación positiva

de 7.27%, el diseño D3+11% obtuvo una variación positiva de 20%. En la Figura 28, se visualiza que a los 14 días, continúa la curva creciente de las resistencias, indicando que al aumentar porcentaje de humo de sílice, se obtiene mayor resistencia a flexión.

Resultados de resistencia a flexión a los 28 días

Teniendo en cuenta a la Tabla N°21, se realizó la Figura 29 para apreciar la variación de la resistencia a compresión de acuerdo a cada porcentaje de humo de sílice.



Figura 29. Comparación de las resistencias a flexión a los 28 días.



Figura 30 Curva de comparación de las resistencias a flexión a los 28 días.

En la Figura 29, se puede observar que a los 28 días los diseños con porcentajes de humo de sílice presentan una variación de resistencias respecto a la mezcla patrón, la cual resistió 31.5kg/cm², el diseño D1+9% obtuvo una variación positiva de 3.17% con respecto al D0+0%, el diseño D2+10% obtuvo una variación positiva de 4.76%, el diseño D3+11% obtuvo una variación positiva de 11.11%. En la Figura 30, se visualiza que a los 28 días, se forma una curva creciente de la resistencia, indicando que al aumentar más porcentaje de humo de sílice, se obtiene mayor resistencia a flexión.

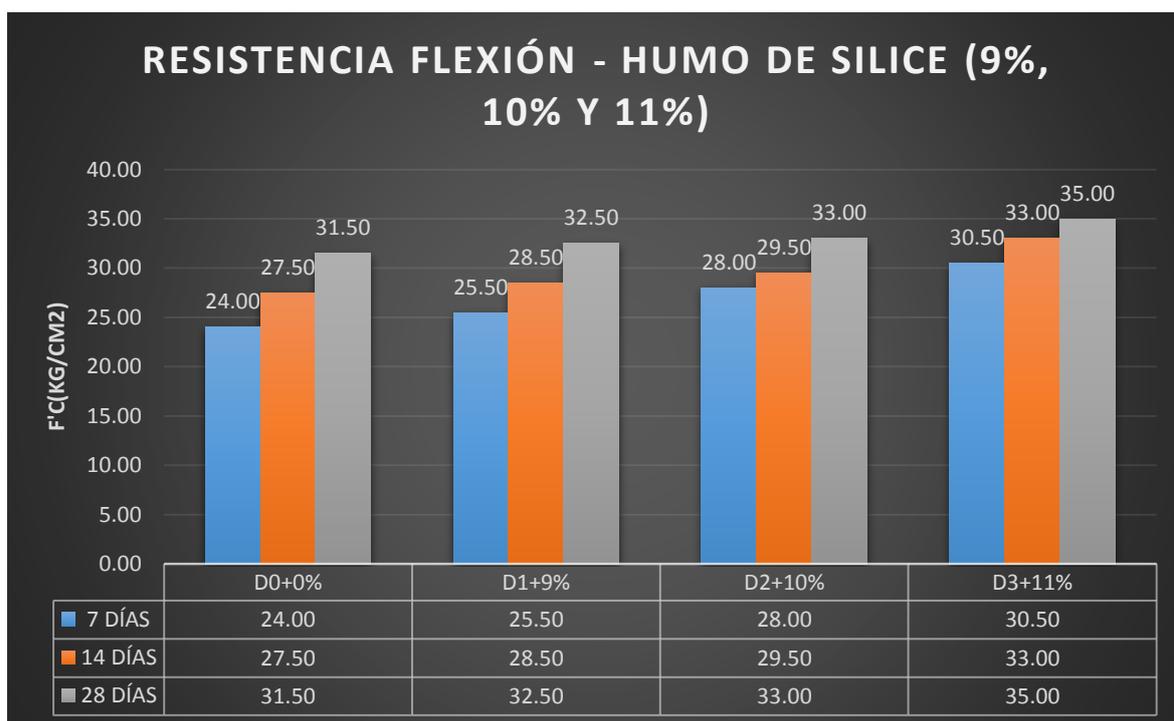


Figura 31 Comparación de la resistencia a flexión a los 7 14 y 28 días.

En la Figura 31, se presenta todas las resistencias a flexión a distintas edades, el diseño patrón D0+0% obtuvo una resistencia de 31.50 a los 28 días, mientras que la mayor resistencia obtenida entre las dosificaciones empleadas fue del diseño D3+11%, la cual resistió 35kg/cm² con una variación positiva de 11.11% respecto al diseño patrón a los 28 días. El diseño patrón D0+0% fue la que obtuvo menores resistencias en todas las edades, es decir que los diseños con porcentajes de humo de sílice obtuvieron resistencias superiores, por ello se acepta la hipótesis; La dosificación del humo de sílice influye de manera positiva en la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, 2020.

INDICADOR 3: Costo

Tabla N° 22: Precio unitario del diseño patrón D0+0%.

PRECIO UNITARIO DEL CONCRETO PATRON				
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
Cemento(42.5kg)	Bls	8.4941	22.20	188.57
Agregado fino	m3	0.5544	40.00	22.17
Agregado grueso	m3	0.6180	60.00	37.08
Agua	m3	0.2220	5.83	1.29
			TOTAL=	249.12

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 23: Precio unitario del diseño con 9% de humo de sílice D1+9%.

PRECIO UNITARIO DEL CONCRETO CON 9% DE HUMO DE SILICE				
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
Agregado fino	m3	0.5517	40.00	22.07
Agregado grueso	m3	0.6139	60.00	36.84
Cemento(42.5kg)	Bls	7.7412	22.20	171.85
Agua	m3	0.2220	5.83	1.29
Humo de sílice(22.7kg)	Bls	1.4317	125.50	179.68
			TOTAL=	411.73

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 24: Precio unitario del diseño con 10% de humo de sílice D2+10%.

PRECIO UNITARIO DEL CONCRETO CON 10% DE HUMO DE SILICE				
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
Agregado fino	m3	0.5510	40.00	22.04
Agregado grueso	m3	0.6133	60.00	36.80
Cemento(42.5kg)	Bls	7.6471	22.20	169.76
Agua	m3	0.2220	5.83	1.29
Humo de sílice(22.7kg)	Bls	1.5903	125.50	199.58
			TOTAL=	429.48

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 25: Precio unitario del diseño con 11% de humo de sílice D3+11%.

PRECIO UNITARIO DEL CONCRETO CON 11% DE HUMO DE SILICE				
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
Agregado fino	m3	0.5510	40.00	22.04
Agregado grueso	m3	0.6126	60.00	36.76
Cemento(42.5kg)	Bls	7.5765	22.20	168.20
Agua	m3	0.2220	5.83	1.29
Humo de sílice(22.7kg)	Bls	1.7489	125.50	219.49
TOTAL=				447.78

Fuente: Elaboración propia.

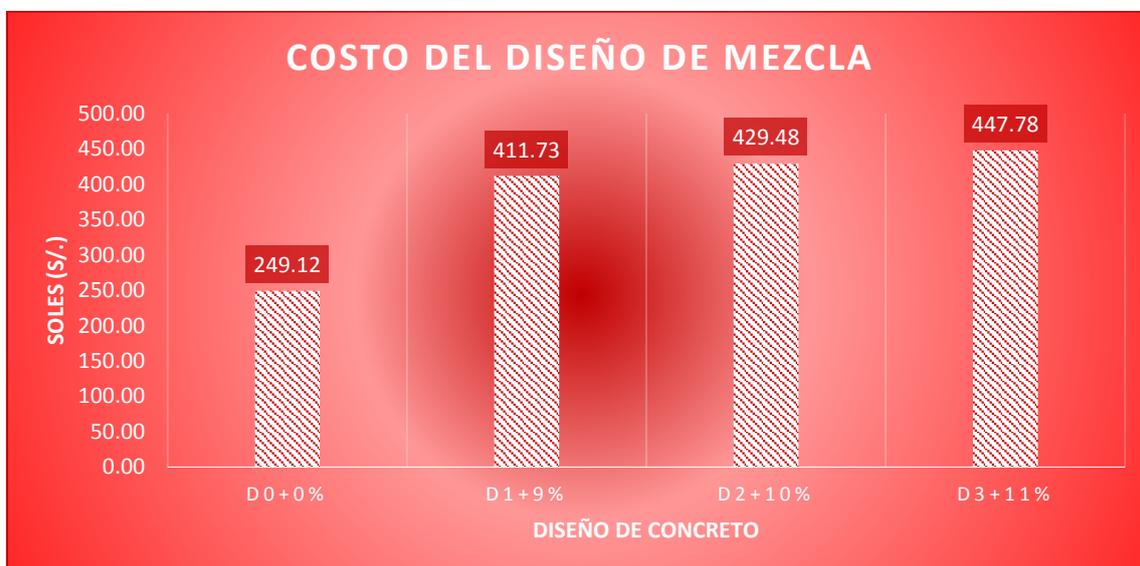


Figura 32 Comparación de costos de los diseños de mezcla.

Tabla N° 26: Comparación de costo con porcentajes de resistencias

% HUMO DE SILICE	TOTAL S/	% VARIACIÓN CON PATRÓN	S/ VARIACIÓN CON PATRÓN	% DE RESISTENCIA MEJORADA RESPECTO AL DISEÑO PATRON	
				COMPRESION	FLEXION
COSTO				COMPRESION	FLEXION
D0+0%	249.12	-	-	-	-
D1+9%	411.73	65.28	162.62	19.32	3.17
D2+10%	429.48	72.40	180.36	31.86	4.76
D3+11%	447.78	79.75	198.66	23.53	11.11

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 32, se presenta los resultados obtenidos en relación al costo de los materiales de cada mezcla, el diseño patrón D0+0% costo S/.249.12, el diseño de mezcla de D1+9% costo S/.411.73 obteniendo un aumento de resistencia de 63.41% con respecto al $f'c=210\text{kg/cm}^2$, el diseño de mezcla de D2+10% costo S/.429.48 obteniendo un aumento de resistencia de 80.59%, el diseño de mezcla de D3+11% costo S/.447.78 obteniendo un aumento de resistencia de 69.17%, esto indica que a medida que se adiciona más porcentaje de humo de sílice, el costo aumenta. En la Tabla N°24, se observa que el diseño D1+9% cuesta adicionalmente S/.162.62 con respecto al diseño patrón D0+0%, mejorando la resistencia a compresión en 19.32% y en la resistencia a flexión 3.17%, el diseño D2+10% cuesta adicionalmente S/.180.36 con 31.86% de mejora en la resistencia a compresión y 4.76% en la resistencia a flexión y el diseño D3+11% cuesta adicionalmente S/.198.66 con 23.53% de mejora en la resistencia a compresión y 11.11% en la resistencia a flexión. Se acepta la hipótesis; La dosificación del humo de sílice influye de manera moderada en el costo de la elaboración del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, 2020, ya que el costo de los diseños de mezcla con las dosificaciones de humo de sílice aumenta de manera moderada con respecto al costo del diseño patrón.

V. DISCUSIÓN

V. DISCUSIÓN

Resistencia a compresión

La presente investigación obtuvo los siguientes resultados de resistencia a compresión a los 28 días; el diseño patrón D0+0% resistió 287.6kg/cm², el diseño D1+9% resistió 343.2kg/cm² con una variación positiva de 19.32% respecto al diseño patrón y 63.41% de mejora de resistencia respecto al $f'c=210$ kg/cm², el diseño D2+10% resistió 379.2kg/cm² con una variación positiva de 31.86% y 80.59% de mejora de resistencia y el diseño D3+11% resistió 355.3kg/cm² con una variación positiva de 23.53% y 69.17% de mejora de resistencia. De acuerdo a los resultados obtenidos por los autores ACHAHUANCO Y GUTIÉRREZ (2019), el diseño patrón obtuvo una resistencia a compresión de 307.33kg/cm², el diseño con 7% de microsilice obtuvo una resistencia a compresión de 317.03kg/cm² con una variación positiva de 3.16% respecto al diseño patrón y 46.35% de mejora de resistencia respecto al $f'c=210$ kg/cm², el diseño con 10% de microsilice obtuvo una resistencia a compresión de 321.10kg/cm² con una variación positiva de 4.48% respecto al diseño patrón y 52.90% de mejora de resistencia respecto al $f'c=210$ kg/cm², el diseño con 15% de microsilice obtuvo una resistencia a compresión de 339.49kg/cm² con una variación positiva de 10.46% respecto al diseño patrón y 61.66% de mejora de resistencia respecto al $f'c=210$ kg/cm². Los resultados respecto al antecedente, son diferentes, ya que se obtuvieron resistencias superiores con respecto al diseño patrón y al concreto deseado de $f'c=210$ kg/cm² aplicando las dosificaciones 9%, 10% y 11% de humo de sílice, la causa de esto fue, la manera de sustituir el cemento con el humo de sílice, ya que en el antecedente mencionado se usó solo el 40% del cemento del diseño patrón y se adicionó el porcentaje de 7%, 10% y 15% en todos los diseños con humo de sílice.

Resistencia a flexión

En la presente investigación se obtuvieron los resultados de resistencia a flexión a los 28 días, la cual el diseño patrón D0+0% resistió 31.50kg/cm², el diseño D1+9% resistió 32.50kg/cm² con una variación positiva de 3.17% respecto al diseño patrón, el diseño D2+10% resistió 33kg/cm² con una variación positiva de 4.76% y el diseño D3+11% resistió 35kg/cm² con una variación positiva de 11.11%. De acuerdo a los

resultados obtenidos por el autor SATO (2015) el diseño patrón obtuvo una resistencia a flexión de 63.15kg/cm², el diseño con 5% de humo de sílice resistió 57.84kg/cm² con una variación negativa de 8.41% respecto al diseño patrón y el diseño con 10% de humo de sílice resistió 60.12kg/cm² con una variación negativa de 4.80%. Los resultados de la presente investigación con respecto al antecedente, son diferentes, ya que los resultados obtenidos, muestran variaciones positivas de 3.17%, 4.76% y 11.11% respecto al patrón, a diferencia de la investigación de Sato que muestra resultados con variaciones negativas de 8.41% y 4.80% respecto al patrón, esto se debe al uso del agregado grueso basáltico, ya que este agregado contiene tezontle, la cual tiene una gran cantidad de espacio poroso y eso provoca que sea un agregado ligero y de menor resistencia.

Costo

Respecto a los resultados en relación al costo, el diseño patrón D0+0% costo S/.249.12, el diseño D1+9% costo S/.411.73, el diseño D2+10% costo S/.429.48 y el diseño D3+11% costo S/.447.78, de acuerdo a los resultados de la investigación de ACHAHUANCO Y GUTIÉRREZ (2019). El diseño patrón costo S/.323.48, el diseño con 15% de microsilice costo S/.318.61, el diseño con 10% de microsilice costo S/.261.79, el diseño con 7% de microsilice costo S/.237.00. Los resultados presentados por los autores Achahuanco y Gutiérrez, son diferentes, porque el costo de los diseños con 7%, 10% y 15% de microsilice fueron menores que el costo del diseño patrón, esto fue por causa de reducir la cantidad de cemento y del costo de la bolsa de micro sílice, ya que la bolsa le costó S/.70, en cambio, el costo de la bolsa de la presente investigación costó S/.125.50 y la cantidad de cemento fue mayor, esto ocasiono que los diseños con 9%, 10% y 11% de humo de sílice cuesten más que el diseño patrón.

VI. CONCLUSIONES

VI. CONCLUSIONES

Se ha determinado, según la Figura 23, Figura 31 y la Tabla N°26, que la adición de humo de sílice en el concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ presenta una mejora en las resistencias a compresión, flexión y un aumento en el costo del concreto, siendo la mezcla con 9% de humo de sílice la más económica ofreciendo aumento de resistencias en todas las edades, obteniendo una resistencia a compresión de 343.2kg/cm^2 , una resistencia a flexión de 32.50kg/cm^2 y un costo de S/.411.73.

De la evaluación realizada, según Figura 23, la dosificación con 9% de humo de sílice obtuvo una resistencia de 343.2kg/cm^2 con una variación positiva de 19.32% con respecto al diseño patrón, la dosificación con 10% obtuvo una resistencia de 379.2kg/cm^2 con una variación positiva de 31.86% y la dosificación con 11% obtuvo una resistencia de 355.3kg/cm^2 con una variación positiva de 23.53%, por ello la sustitución parcial de cemento con humo de sílice influye de manera positiva en la mejora de la resistencia a compresión del concreto en todas las edades, de modo que la dosificación de 10% de humo de sílice es la mejor, ya que obtuvo la mayor resistencia a compresión de 379.2kg/cm^2 con una variación positiva de 31.86% respecto al diseño patrón.

De la evaluación realizada, según la Figura 31, la dosificación de 9% de humo de sílice en el concreto resistió 32.50kg/cm^2 con una variación positiva de 3.17% respecto al diseño patrón, el porcentaje de 10% en el concreto resistió 33kg/cm^2 con una variación positiva de 4.76% y el porcentaje de 11% en el concreto resistió 35kg/cm^2 con una variación positiva de 11.11%, el cual indica que la sustitución parcial del cemento por humo de sílice influye de manera positiva en la mejora de la resistencia a flexión del concreto, de modo que la dosificación de 11% de humo de sílice es la mejor, ya que obtuvo la mayor resistencia a flexión de 35kg/cm^2 con una variación positiva de 11.11% respecto al diseño patrón.

Respecto a la evaluación realizada, según la Tabla N°26 el costo del diseño patrón fue de S/.249.12, el diseño con 9% de humo de sílice costo S/.411.73, mejorando la resistencia a compresión en 19.32% y en la resistencia a flexión 3.17%, el diseño con 10% costo S/.429.48 con 31.86% de mejora en la resistencia a compresión y 4.76% en la resistencia a flexión y el diseño con 11% costo S/.447.78 con 23.53%

de mejora en la resistencia a compresión y 11.11% en la resistencia a flexión, el humo de sílice influye de manera considerable en el costo del concreto, por ello la dosificación con menor costo fue la de 9% de humo de sílice con una variación de 65.28% con respecto al costo del diseño patrón.

VII. RECOMENDACIONES

VII. RECOMENDACIONES

En la presente investigación se empleó los porcentajes 9%, 10% y 11% de humo de silice, mejorando la resistencia a compresión, se recomienda en futuras investigaciones que se empleen porcentajes similares, con un tiempo de curado para extenso, para corroborar si el humo de silice sigue mejorando la resistencia a compresión a mayor edad.

En la presente investigación se empleó los porcentajes 9%, 10% y 11% de humo de silice, mejorando la resistencia a flexión, se recomienda en futuras investigaciones usar mayores a 11% de humo de silice y sustituyendo de la misma manera, para poder diferenciar la variación de resistencia que se puede ocasionar y verificar si continua manteniéndose la curva creciente.

Se recomienda realizar investigaciones que elaboren diseños de mezcla que al adicionar el humo de silice busquen obtener el concreto 210kg/cm², reduciendo más cantidad de cemento para obtener concretos más económicos usando humo de silice.

REFERENCIAS

1. SEGURA Franco, ERNESTO Vélez & MEDINA Andrea. *Concreto de Alto Desempeño en Edificios*. Reunión del Concreto. Colombia, Bolívar. [Fecha de publicación septiembre de 2012], [Fecha de consulta 20 de mayo de 2020], p 60. Disponible en: <https://es.slideshare.net/360gradosenconcreto/concreto-de-alto-desempeo>
2. DOPICO, J. HERNANDEZ, F. DAY, R. MIDDENDORF, B. GEHRKE, M. y MARTINEZ, L. Desarrollo de hormigones con aglomerante cal-puzolana fina como material cementicio suplementario. *Revista Ingeniería de Construcción* [en línea]. 2008. Diciembre. Vol 23 (3). 171-178, p 172 [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2020]. ISSN 0718-5073. Disponible en:
3. ALLAUCA Luis, AMEN Hugo y LUNG Jessica. Uso de sílice en hormigones de alto desempeño. Tesis título de ingeniería civil, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2009, p 01.
4. SATO MATSUMOTO, José. Características y durabilidad del concreto con humo de sílice y agregado de origen basáltico en medios agresivos. Tesis Título profesional inédita, Universidad Nacional Autónoma de México, 2015, p 29.
5. GONZALES JESUS, Richard. Concreto de alta resistencia utilizando aditivo microsilice. Tesis título profesional, Universidad Nacional Hermilio Valdizan. 2016, p 9.
6. GARCIA, Luis. Concreto de alto desempeño utilizando hormigón con adición de microsilíce y superplastificante en la ciudad de Huancayo. Tesis Título profesional en Ingeniería Civil. Universidad Nacional del Centro del Perú, 2018, p 21.
7. GIMÉNEZ, A. OLAVARRIETA, M. ESCALONA, L. y GALLEGOS, H. Estudio físico mecánico de concretos sustituido con polvo de sílice expuesta en ambiente agresivo simulado. *Gaceta Técnica* [en línea], Vol. 19 (2). 38-50. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2020]. ISSN: 2477-9539. Disponible en: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11020.62086>
8. SÁNCHEZ, E. BERNAL, J. LEÓN, N y MORAGUES, A. Propiedades reológicas y mecánicas de un hormigón autocompactante con adición de nano-sílice y micro-sílice. *Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción* [en línea], Vol. 6 (1). 1-14 [Fecha

- de consulta: 20 de mayo de 2020]. ISSN: 2007-6835. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427645284001>
9. HOWLAND, J. y ACEVEDO J. Estudio de las proporciones óptimas de microsilíce y nanosilíce en hormigones de alto desempeño por durabilidad, mediante un diseño de experimento de tipo hexagonal. Revista Cubana de Ingeniería.[en línea], Vol 7 (2). 26-32 [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2020]. ISSN: 2223 -1781. Disponible en: <http://rci.cujae.edu.cu/index.php/rci/article/view/446>
 10. SARANYAH, T. y SUDHA, M. An experimental study on mechanical properties of microsilica concrete. International Journal of Modera Trends in Engineering and Science [en línea], Vol 4 (4). 214-217 [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2020]. ISSN: 2348-3121. Disponible en: <http://ijmtes.com/wp-content/uploads/2017/04/IJMTEs040455.pdf>
 11. SANES LAGARES, Daniel. Influencia de microfibras de polipropileno y microsilíce en la resistencia de concretos de 4000 y 3000 psi. Tesis título profesional inédita, Universidad Tecnológica de Bolívar, 2017.
 12. SINGH, A. y SINGH, R. Experimental Investigation on Effect of Microsilica and Nanosilica on Compressive Strength of High Strength Concrete. International Journal of Engineering Technology Science and Research [on line]. Vol 4 (6). 214-220. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2020]. ISSN: 2394-3386. Disponible en http://www.ijetsr.com/images/short_pdf/1497279552_nittr757_ijetsr.pdf
 13. 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 (Título profesional en Ingeniería Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2018.
 14. VILLANUEVA SANCHEZ, Fernando. Obtención de un concreto de alta resistencia para un $f_c=800\text{kg/cm}^2$ usando agregados de la cantera el chiche-cajamarca, aditivos y adición mineral. Tesis Título profesional, Universidad Nacional De Cajamarca, 2015.
 15. ACHAHUANCO, Gary y GUTIERREZ, 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 microsilíce en la ciudad del Cusco, 2017. Tesis Título

- profesional en Ingeniería Civil. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2019.
16. SATO MATSUMOTO, José. Características y durabilidad del concreto con humo de sílice y agregado de origen basáltico en medios agresivos. Tesis Título profesional inédita, Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.
 17. S Vijaya, B. R., & Rao, P. S. Effect of mineral admixtures (micro silica and ggbs) on compressive strength of ternary blended concrete. I-Manager's Journal on Structural Engineering. 26-35, p 27 [Fecha de consulta 21 de mayo de 2020] [Fecha de publicación mayo de 2016] Disponible en: <https://doi.org/10.26634/jste.5.1.6054>
 18. Ahmadi, S., Gitipour, S., Marzani, S., & Mehrdadi, N. Microsilica-cement stabilization of organic contaminated soil: Leaching behaviour of polycyclic aromatic hydrocarbons. Current World Environment. 20-27, p21 [Fecha de consulta 21 de mayo de 2020] [Fecha de publicación 17 de febrero de 2016] Disponible en: doi:http://dx.doi.org/10.12944/CWE.11.1.03
 19. FOTI, D., LERNA, M., SABBÀ, M.F. and VACCA, V., 2019. Mechanical Characteristics and Water Absorption Properties of Blast-Furnace Slag Concretes with Fly Ashes Or Microsilica Additions. Applied Sciences, 01, vol. 9, no. 7 ProQuest Central. DOI http://dx.doi.org/10.3390/app9071279.
 20. Lewin. R. The role of microsilica in sustainable concrete. EDP Sciences. 1-18, p3 [Fecha de consulta 21 de mayo de 2020] [Fecha de publicación 9 de agosto de 2017] Disponible en: doi:http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/201712002011
 21. Ghafor, K., Mahmood, W., Qadir, W., & Mohammed, A. Effect of particle size distribution of sand on mechanical properties of cement mortar modified with microsilica. ACI Materials Journal. 47-60, p47 [Fecha de consulta 21 de mayo de 2020] [Fecha de publicación 1 de enero de 2020] Disponible en: doi:http://dx.doi.org/10.14359/51719070
 22. GONZALES JESUS, Richard. Concreto de alta resistencia utilizando aditivo microsilice. Tesis título profesional, Universidad Nacional Hermilio Valdizan. 2016, p 18.
 23. Nandhini, K., & Ponmalar, V. Passing ability, water and chloride penetration of self-compacting concrete using micro-silica as cementitious replacement material. Revista romana de material. 368-374, p370 [Fecha de consulta 21 de

- mayo de 2020] [Fecha de publicación 2018] Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/2137840966?accountid=37408>
24. Al-mutairi, N., Al-rukaibi, F., & Bufarsan, A. Effect of microsilica addition on compressive strength of rubberized concrete at elevated temperatures. The Journal of Material Cycles and Waste Management. 41-49, p42 [Fecha de consulta 21 de mayo de 2020] [Fecha de publicación 18 de septiembre de 2009] Disponible en: doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s10163-009-0243-7>
 25. LIZARAZO, J. & LÓPEZ, L. Effect of silica fume addition on the chloride-related transport properties of high-performance concrete. Dyna [en línea]. 105-110, p 105 [Fecha de consulta 21 de mayo de 2020] [Fecha de publicación 19 de diciembre de 2011] ISSN: 0012-7353. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49623207014>
 26. Kim, W., Oh, R., Joo-Ha, L., Mi-Sol, K., Sang-Min Jeon, & Chan-Gi Park. Mechanical and durability characteristics of latex-modified fiber-reinforced segment concrete as a function of microsilica content. Advances in Civil Engineering. 1-10, p2 [Fecha de consulta 21 de mayo de 2020] [Fecha de publicación 13 de enero de 2019] Disponible en: doi:<http://dx.doi.org/10.1155/2019/3658125>
 27. AGUILAR CHANINI, José. Fabricación y evaluación de concreto de alta resistencia usando aditivo superplastificante y sílices con cemento portland tipo IP en la Ciudad de Tacna. Tesis Título profesional, Universidad Nacional Jorge, p 45.
 28. GARCIA, Luis. Concreto de alto desempeño utilizando hormigón con adición de microsílíce y superplastificante en la ciudad de Huancayo. Tesis Título profesional en Ingeniería Civil. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2018, p 19.
 29. GARCIA, Luis. Concreto de alto desempeño utilizando hormigón con adición de microsílíce y superplastificante en la ciudad de Huancayo. Tesis (Título profesional en Ingeniería Civil). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2018, p 20.
 30. ACHAHUANCO, Gary y GUTIERREZ, Alex. Optimización de concretos estructurales $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm², sobre sus propiedades mecánicas con adición de microsílíce en la ciudad del Cusco, 2017. Tesis

- (Título profesional en Ingeniería Civil). Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2019, p 43-44.
31. ACHAHUANCO, Gary y GUTIERREZ, Alex. Optimización de concretos estructurales $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm², sobre sus propiedades mecánicas con adición de microsílíce en la ciudad del Cusco, 2017. Tesis Título profesional en Ingeniería Civil. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2019, p 45-46.
 32. MUÑOZ, E.P., AGUIRRE, A.M. and DE GUTIÉRREZ, R.M. Técnicas Aceleradas Para Evaluar La Susceptibilidad a Corrosión De Aceros Embebidos En Morteros Con Adiciones Minerales Expuestos a cloruros/Accelerated Techniques to Evaluate the Corrosion Susceptibility of Steel in Blended Mortars Exposed to Chloride Environment. Informador Técnico, 2015, vol. 79, no. 2. pp. 137-145 ProQuest Central. ISSN 0122056X.
 33. URREGO, Y.F.S., SAAVEDRA, W.G. and ARJONA, S.D., 2018. Concreto Autocompactante Con Altos Contenidos De Subproductos De La Combustión De Carbón. Informador Técnico, vol. 82, no. 2, pp. 147-159 ProQuest Central. ISSN 0122056X. DOI <http://dx.doi.org/10.23850/22565035.1485>.
 34. FLORES ALVAREZ, Cesar y BLAS CASTRO, Alexander. Influencia de la adición de microsílíce y superplastificante en las propiedades de un concreto de alta resistencia en la ciudad de Arequipa. Tesis título profesional ingeniería civil, Universidad Católica de Santa María. 2014, p 9-10.
 35. Foti, D., Lerna, M., Sabbà, M. F., & Vacca, V. Mechanical characteristics and water absorption properties of blast-furnace slag concretes with fly ashes or microsilica additions. Applied Sciences. 1-13, p2 [Fecha de consulta 21 de mayo de 2020] [Fecha de publicación 27 de marzo de 2019] Disponible en: [doi:http://dx.doi.org/10.3390/app9071279](http://dx.doi.org/10.3390/app9071279)
 36. NANCY, T.C., FERNÁNDEZ GÓMEZ, J.A. and NUÑEZ LOPEZ, A.M. Efecto Del FC3R En Las Propiedades Del Concreto De Ultra Altas Prestaciones Con Vidrio reciclado/Effect of FC3R on the Properties of Ultra-High-Performance Concrete with Recycled Glass. Dyna, 2019, vol. 86, no. 211. pp. 84-93 ProQuest Central. ISSN 00127353. DOI <http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v86n211.79596>.

37. LAINEZ, Pedro; MARTINEZ, Mauricio y VELASQUEZ, German. Influencia del uso de microsílíce en las propiedades en estado fresco y endurecido en concreto de alta resistencia. Tesis Título profesional en Ingeniería Civil. Ciudad Universitaria: Universidad de El Salvador, 2012, p17
38. ANJOS, R. ISMAEL, M. RAMAL, F. y PANDOLFELLI, V. Adição de microssílíce e a secagem de concretos refratários. Cerâmica [en línea]. Vol.50 (316), p 331 [Fecha de publicación diciembre de 2004]. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2020]. ISSN: 0366-6913 Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0366-69132004000400008&script=sci_arttext
39. Ghafoori, N., Batilov, I. B., & Najimi, M. Sulfate resistance of nanosilica and microsilica contained mortars. ACI Materials Journal. 459-469, p465 [Fecha de consulta 21 de mayo de 2020] [Fecha de publicación agosto de 2016] Disponible en: doi:<http://dx.doi.org/10.14359/51688989>
40. Bolhassani, M., & Samani, M. Effect of type, size, and dosage of nanosilica and microsilica on properties of cement paste and mortar. ACI Materials Journal. 259-265, p261 [Fecha de consulta 21 de mayo de 2020] [Fecha de publicación abril de 2015] Disponible en: doi:<http://dx.doi.org/10.14359/51686995>
41. Boruca-Lipska, J. Imposed Thermal Stresses In High Performance Concrete Modified With Microsilica. Sofia: Surveying Geology & Mining Ecology Management (SGEM). 207-213, p207 [Fecha de consulta 21 de mayo de 2020] [Fecha de publicación 2017] Disponible en: doi:<http://dx.doi.org/10.5593/sgem2017/62>
42. Anjos, M. A. S., Fonseca, T. V., Mendonça, L.K.M., & Pederneiras, C. M. Avaliação da atividade pozolânica de microssílíce cinza densificada e não densificada/pozzolanicity evaluation of densified microsilica gray and not densified. Holos. 88-99, p90 [Fecha de consulta 21 de mayo de 2020] [Fecha de publicación septiembre de 2016] Disponible en: doi:<http://dx.doi.org/10.15628/holos.2016.2706>
43. ACHAHUANCO, Gary y GUTIERREZ, Alex. Optimización de concretos estructurales $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm², sobre sus propiedades mecánicas con adición de microsílíce en la ciudad del Cusco, 2017. Tesis Título

- profesional en Ingeniería Civil. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2019, p 73.
44. LIZARAZO, J., LOPEZ, L. Effect of silica fume addition on the chloride-related transport properties of high-performance concrete. *Dyna* [on line]. Vol. 79, (171), p 107 [Consultation date: May 20th, 2020]. ISSN: 00127353 Available in: https://www.researchgate.net/publication/262781785_Effect_of_silica_fume_addition_on_the_chloride-related_transport_properties_of_high-performance_concrete
 45. NIEVES, D. NAVA, C. ROLON, J. GARZA, R. HERVER, H. TORRES, A. y BALTASAR, M. et al. Influencia del medio ambiente en la durabilidad del concreto, planteamiento del proyecto duración. *Ciencia UAT*. [en línea]. Vol. 1 (1) 54-46, p 54. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2020]. ISSN: 2007 – 7521. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=441942905013>
 46. ACI 211.1-91. Standard practice for selecting proportions for Normal Heavyweight, and mass concrete. EE. UU, 1997.
 47. ACI 116-R-00. Terminología del cemento y del concreto. México: Instituto mexicano del cemento y del concreto, 2002, p.5. ISBN: 9684641109
 48. VALENCIA, W.; ANGULO, D. y GUTIERREZ, R. Resistencia química de concretos de activación alcalina ceniza volante/ escoria: Sulfatos y ácidos. *Informador técnico*. [en línea]. 2018, enero-junio, Vol. 82, (1). 66-77, p.67. [Fecha de consulta: 20 de mayo 2020]. ISSN: 0122-056X. Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/2099348315/F9C280EDE6564F85PQ/1?accountid=37408>
 49. PASQUEL, Enrique. Tópicos de tecnología del concreto en el Perú. 2a ed. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú .1998, p 15.
 50. LIZARAZO, J. & LÓPEZ, L. Effect of sedimentary and metamorphic aggregate on static modulus of elasticity of high-strength concrete. *Dyna* [en línea]. 235-242, p 236 [Fecha de consulta 21 de mayo de 2020] [Fecha de publicación 29 de agosto de 2011] ISSN: 0012-7353. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49621159028>
 51. GUTIERREZ, Libia. El concreto y otros materiales para la construcción. 2a ed. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, 2003. p 53. ISBN: 958-9322-82-4

52. CRUZ PAYE, Shirley. Concreto de alto desempeño con reemplazo parcial del cemento por microsílíce utilizando aditivo superplastificante en la región de puno. Tesis título profesional, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. 2017, p 58.
53. PÉREZ, N., Ricardo Camargo and SANDOVAL, C.H.H. CONCRETO HIDRÁULICO MODIFICADO CON SÍLICE OBTENIDA DE LA CASCARILLA DEL ARROZ/CONCRETE HYDRAULIC MODIFIED WITH SILICA OBTAINED OF THE RICE HUSK: SCIENCE AND ENGINEERING NEOGRANADINA. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, Jan, 2017, vol. 27, no. 1. pp. 91-109 ProQuest Central. ISSN 01248170. DOI <http://dx.doi.org/10.18359/rcin.1907>.
54. RENACYT. Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e innovación tecnológica. Lima, 2018, p 2.
55. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 5° ed. México: Mc Graw-Hill, 2010, p 148. ISBN: 978-607-15-0291-9
56. ZUÑIGA, Mariela y CONDORI, Yudit. Influencia de adiciones de microsílíce en la resistencia a la compresión del concreto producido con agregados de la cantera de Arunta de la ciudad de Tacna. Tesis título profesional en Ingeniería Civil. Universidad Privada de Tacna, 2019, p 44.
57. FUDECO. Estrategias de comunicación para el desarrollo rural. 1° ed. Venezuela, Barquisimeto. Editor: Ministerio de Agricultura y Cria. [Fecha de publicación 9 de septiembre de 1978], [Fecha de consulta 20 de mayo de 2020], p 96. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=yYQgAQAIAAJ&pg=PA96&dq=DEFINICI%C3%93N+DE+LA+PALABRA+TECNICA+conjunto+de+procedimientos&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwjG_9WdgMDpAhV9LLkGHXI0AgQQ6AEITzAF#v=onepage&q=DEFINICI%C3%93N%20DE%20LA%20PALABRA%20TECNICA%20conjunto%20de%20procedimientos&f=false
58. MINISTERIO DEL AMBIENTE. Guía nacional de valoración económica del patrimonio natural. 1° ed. Perú, Lima. Editor: Ministerio del ambiente. [Fecha de publicación enero de 2015], [Fecha de consulta 20 de mayo de 2020], p 24. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/per143842anx.pdf>.

59. CEA D'ANCONA, M. Metodología cuantitativa, estrategias y técnicas de investigación social. España: Editorial Síntesis, 1996, p 136.
60. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 5° ed. México: Mc Graw-Hill, 2010, p 174. ISBN: 978-607-15-0291-9
61. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 5° ed. México: Mc Graw-Hill, 2010, p 173. ISBN: 978-607-15-0291-9.
62. Navarrete, Julio. Problemas metodológicos de las ciencias sociales en el Perú. 1° ed. Perú. Editor: Facultad de Ciencias Sociales-UNMSM, 2002, p 121. ISBN: 9972-46-179-3.
63. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 5° ed. México: Mc Graw-Hill, 2010, p 172. ISBN: 978-607-15-0291-9.
64. Honrunbia, María. Ciencias psicosociales aplicadas. 1° ed. Universitat de Barcelona, 2005, p 7. ISBN: 84-475-2962-2.
65. ARIAS, Fidias. El Proyecto de investigación, introducción a la metodología científica. 6° ed. Venezuela: Editorial Episteme, 2012, p 68. ISBN: 980-07-8529-9
66. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 5° ed. México: Mc Graw-Hill, 2010, p 201. ISBN: 978-607-15-0291-9.
67. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 5° ed. México: Mc Graw-Hill, 2010, p 200. ISBN: 978-607-15-0291-9.
68. Andrés, Antonio y Luna, Juan. Bioestadística para las ciencias de la salud. 1° ed. Norma – Capitel, 2004, p 9. ISBN: 84-8451-018-2.
69. Chema, aditivos para concreto [en línea]. Perú. [Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2020]. Disponible en: <http://www.chema.com.pe/marcas/chema/chema-fume.html>

ANEXOS

ANEXO N° 01: OPERACIONALIZACION DE VARIABLE

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES							
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS/ PARÁMETROS	ESCALA/ NIVELES DE MEDICIÓN	
VARIABLE INDEPENDIENTE	HUMO DE SILICE	También es llamado micro-sílice, la cual es un polvo muy fino, derivado por limpieza de chimeneas de altos hornos de aleaciones metálicas ⁵⁶ .	DOSIFICACIONES	9%	BALANZA	RAZÓN	
				10%	BALANZA	RAZÓN	
				11%	BALANZA	RAZÓN	
			CARACTERISTICAS	Densidad g/cm ²	HOJA TECNICA	RAZÓN	
VARIABLE DEPENDIENTE	MEJORA TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL CONCRETO f'c= 210 kg/cm ²	La técnica son todos los procedimientos y recursos de que se aprovecha una ciencia o arte ⁵⁷ . El valor económico es una herramienta que se maneja para cuantificar, en términos monetarios, el costo de los bienes y servicios eco sistémicos ⁵⁸ .	TÉCNICA	Resistencia a la compresión kg/cm ²	ENSAYO DE COMPRESION	RAZÓN	
				Resistencia a la flexión kg/cm ²	ENSAYO DE FLEXIÓN	RAZÓN	
			ECONÓMICA	Costo s/	PRESUPUESTO	RAZÓN	

ANEXO N° 02: MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES		
GENERAL	GENERAL	GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
¿De qué manera influye el humo de sílice en la mejora técnica y económica del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima - 2020?	Determinar de qué manera influye la adición del humo de sílice en la mejora técnica y económica del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima - 2020	La adición del humo de sílice influye de manera positiva en la mejora técnica y económica del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Lima - 2020	VARIABLE INDEPENDIENTE HUMO DE SILICE	DOSIFICACION	9%
					10%
					11%
				CARACTERISTICAS	DENSIDAD g/cm^3
ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	VARIABLE DEPENDIENTE: MEJORA TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL CONCRETO $f'c= 210$ kg/cm^2	TÉCNICA	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm^2)
¿De qué manera influye la adición del humo de sílice en la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, 2020?	Evaluar cómo influye la dosificación del humo de sílice en la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, 2020.	La dosificación del humo de sílice influye de manera positiva en la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, 2020.			RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kg/cm^2)
¿De qué manera influye la adición del humo de sílice en el costo de la elaboración del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, 2020?	Evaluar cómo influye el humo de sílice en el costo de la elaboración del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, 2020	La dosificación del humo de sílice influye de manera moderada en el costo de la elaboración del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, 2020		ECONÓMICA	COSTO (soles)

ANEXO N° 03:

FICHA TECNICA N° 01: ENSAYO A LA COMPRESION

TITULO: "Evaluación de la mejora técnica y económica del concreto f'c= 210 kg/cm² utilizando humo de sílice, Lima - 2020"

AUTOR: GAMBOA GARCIA JONATHAN GASTON

MUESTRA: Probetas cilíndricas

NORMA: NTP 339.034

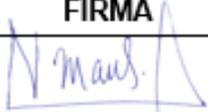
MEDIDAS: 15 cm de diámetro X 30 cm de altura

	7 DIAS			PROMEDIO (kg/cm ²)
	PROBETAS			
	1	2	3	
D0 + 0% HUMO DE SILICE	192.3	195.4	196.1	194.6
D1 + 9% HUMO DE SILICE	215.8	213.7	218.9	216.1
D2 + 10% HUMO DE SILICE	226.9	228.6	227.8	227.8
D3 + 11% HUMO DE SILICE	214.6	209.9	212.8	212.4

	14 DIAS			PROMEDIO (kg/cm ²)
	PROBETAS			
	1	2	3	
D0 + 0% HUMO DE SILICE	227.5	224.9	229.8	227.4
D1 + 9% HUMO DE SILICE	260.3	259.7	254.9	258.3
D2 + 10% HUMO DE SILICE	280.6	277.7	279.8	279.4
D3 + 11% HUMO DE SILICE	257.3	256.7	252.9	255.6

	28 DIAS			PROMEDIO (kg/cm ²)
	PROBETAS			
	1	2	3	
D0 + 0% HUMO DE SILICE	288.4	289.1	285.3	287.6
D1 + 9% HUMO DE SILICE	343.6	340.7	345.2	343.2
D2 + 10% HUMO DE SILICE	381.3	379.5	376.9	379.2
D3 + 11% HUMO DE SILICE	353.1	356.9	355.8	355.3

REVISADO POR:

APELLIDOS Y NOMBRES	FIRMA	CIP	NOTA
Mau Campos, Víctor Enrique		51660	1
Hipolito Manrique Paul Steve		110218	1
Ludeña Gutiérrez, Lucas		200330	1
		PROMEDIO	1

ANEXO N° 04:

FICHA TECNICA N° 02: ENSAYO A LA FLEXION

TITULO: "Evaluación de la mejora técnica y económica del concreto $f'c = 210$ kg/cm² utilizando humo de sílice, Lima - 2020"

AUTOR: GAMBOA GARCIA JONATHAN GASTON

MUESTRA: Vigas prismáticas

NORMA: NTP 339.078

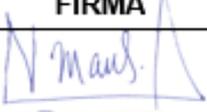
MEDIDAS: 15 cm de altura X 15 cm de ancho X 50 cm de largo

	7 DIAS		PROMEDIO (kg/cm ²)
	VIGAS		
	1	2	
D0 + 0% HUMO DE SILICE	24	24	24
D1 + 9% HUMO DE SILICE	26	25	25.5
D2 + 10% HUMO DE SILICE	28	28	28
D3 + 11% HUMO DE SILICE	32	29	30.5

	14 DIAS		PROMEDIO (kg/cm ²)
	VIGAS		
	1	2	
D0 + 0% HUMO DE SILICE	27	28	27.5
D1 + 9% HUMO DE SILICE	29	28	28.5
D2 + 10% HUMO DE SILICE	30	29	29.5
D3 + 11% HUMO DE SILICE	34	32	33

	28 DIAS		PROMEDIO (kg/cm ²)
	VIGAS		
	1	2	
D0 + 0% HUMO DE SILICE	31	32	31.5
D1 + 9% HUMO DE SILICE	33	32	32.5
D2 + 10% HUMO DE SILICE	33	33	33
D3 + 11% HUMO DE SILICE	35	35	35

REVISADO POR:

APELLIDOS Y NOMBRES	FIRMA	CIP	NOTA
Mau Campos, Víctor Enrique		51660	1
Hipolito Manrique Paul Steve		110218	1
Ludeña Gutiérrez, Lucas		200330	1
		PROMEDIO	1

**ANEXO N° 05:
FICHA TECNICA N° 03: COSTO**

TITULO: "Evaluación de la mejora técnica y económica del concreto f'c= 210 kg/cm2 utilizando humo de sílice, Lima - 2020"

AUTOR: GAMBOA GARCIA JONATHAN GASTON

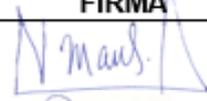
MATERIALES PARA D0	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
Cemento(42.5kg)	Bls	8.4941	22.20	188.57
Agregado fino	m3	0.5544	40.00	22.17
Agregado grueso	m3	0.6180	60.00	37.08
Agua	m3	0.2220	5.83	1.29
				249.12

MATERIALES PARA D1	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
Agregado fino	m3	0.5517	40.00	22.07
Agregado grueso	m3	0.6139	60.00	36.84
Cemento(42.5kg)	Bls	7.7412	22.20	171.85
Agua	m3	0.2220	5.83	1.29
Humo de sílice(22.7kg)	Bls	1.4317	125.50	179.68

MATERIALES PARA D2	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
Agregado fino	m3	0.5510	40.00	22.04
Agregado grueso	m3	0.6133	60.00	36.80
Cemento(42.5kg)	Bls	7.6471	22.20	169.76
Agua	m3	0.2220	5.83	1.29
Humo de sílice(22.7kg)	Bls	1.5903	125.50	199.58
				429.48

MATERIALES PARA D3	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
Agregado fino	m3	0.5510	40.00	22.04
Agregado grueso	m3	0.6126	60.00	36.76
Cemento(42.5kg)	Bls	7.5765	22.20	168.20
Agua	m3	0.2220	5.83	1.29
Humo de sílice(22.7kg)	Bls	1.7489	125.50	219.49
				447.78

REVISADO POR:

APELLIDOS Y NOMBRES	FIRMA	CIP	NOTA
Mau Campos, Víctor Enrique		51660	1
Hipolito Manrique Paul Steve		110218	1
Ludeña Gutiérrez, Lucas		200330	1
		PROMEDIO	1

Anexo N° 06: Certificado de similitud

feedback studio JONATHAN GASTON GAMBOA GARCIA Evaluación de la mejora técnica y económica del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando humo de sílice



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación de la mejora técnica y económica del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando humo de sílice, Lima – 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
GAMBOA GARCIA JONATHAN GASTON (0000-0001-6255-9844)

ASESOR:
Dr. TELLO MALPARTIDA OMART DEMETRIO (0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

2020

Resumen de coincidencias X

17 %

Se están viendo fuentes estándar.

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio ucv.edu.pe	6 %
2	Entregado a Universida...	2 %
3	tesis.ucsm.edu.pe	1 %
4	biblioteca.utb.edu.co	1 %
5	repositorio ucs.edu.pe	1 %
6	Entregado a Universida...	1 %
7	repositorio unc.edu.pe	1 %
8	es.scribd.com	1 %
9	Entregado a Universida...	1 %
10	alicia.concytec.gob.pe	1 %
11	revistas.unimilitar.edu...	<1 %
12	Entregado a Universida...	<1 %
13	www.acipedia.com	<1 %
14	Entregado a Universida...	<1 %

Página: 1 de 60 Número de palabras: 12689 Text-only Report High Resolution Activado

Anexo N° 07: Certificado de resultados de ensayo a compresión del diseño patrón.



Cel: 980703014 / 947280585
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-069
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	: Jonathan Gaston, Gamboa Garcia	
TESIS	: Evaluación de la mejora técnica y económica del concreto $f_c=210$ kg/cm ² utilizando humo de sílice, Lima - 2020	
UBICACIÓN	: Lima	Fecha de emisión : 07/10/2020

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VAGIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	Fc Diseño kg/cm ²	% Fc
PATRÓN Fc 210	15/09/2020	22/09/2020	7	34436.6	170.1	192.3	210.0	91.6
PATRÓN Fc 210	15/09/2020	22/09/2020	7	34530.0	176.7	195.4	210.0	93.0
PATRÓN Fc 210	15/09/2020	22/09/2020	7	34653.7	176.7	196.1	210.0	93.4
PATRÓN Fc 210	15/09/2020	29/09/2020	14	43202.6	176.7	227.5	210.0	108.3
PATRÓN Fc 210	15/09/2020	26/09/2020	14	35743.1	176.7	224.9	210.0	107.1
PATRÓN Fc 210	15/09/2020	29/09/2020	14	41152.3	176.1	228.8	210.0	109.4
PATRÓN Fc 210	15/09/2020	13/10/2020	28	50964.5	176.7	288.4	210.0	137.3
PATRÓN Fc 210	15/09/2020	13/10/2020	28	51088.2	176.7	289.1	210.0	137.7
PATRÓN Fc 210	15/09/2020	13/10/2020	28	50416.7	176.7	286.3	210.0	136.9

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de simonaditas de neopreno como material referente
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

 Jefe de Laboratorio	Revisado por: ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. O.N.P. N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--------------------------------	---	---

Anexo N° 08: Certificado de resultados de ensayo a compresión del diseño con 9% de humo de sílice.



Cel: 980703014 / 947280585
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FDR-LAB-CD-003
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	Datos de laboratorio
SOLICITANTE	Jonathan Gaston, Gamboa Garcia
TESIS	Evaluación de la mejora técnica y económica del concreto Fc=210 kg/cm ² utilizando humo de sílice, Lima - 2020
UBICACIÓN	Lima
	Fecha de emisión: 07/10/2020

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	Fc Diseño kg/cm ²	% Fc
9% SILICE	15/08/2020	22/09/2020	7	39135.0	176.7	215.8	210.0	102.6
9% SILICE	15/09/2020	22/09/2020	7	37763.0	176.7	213.7	210.0	101.8
9% SILICE	15/09/2020	22/08/2020	7	38922.8	176.7	218.9	210.0	104.2
9% SILICE	15/08/2020	26/09/2020	14	40814.2	176.1	231.3	210.0	124.0
9% SILICE	15/09/2020	26/09/2020	14	40862.8	176.7	231.7	210.0	123.7
9% SILICE	15/09/2020	29/08/2020	14	46547.1	176.1	264.9	210.0	126.1
9% SILICE	15/08/2020	13/10/2020	28	60719.1	176.7	343.6	210.0	163.6
9% SILICE	15/09/2020	13/10/2020	28	63295.7	176.7	358.7	210.0	169.2
9% SILICE	15/09/2020	13/10/2020	28	61901.9	176.7	349.2	210.0	164.4

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 LB, división de escala 0.1 KN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material rellentante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

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

Anexo N° 09: Certificado de resultados de ensayo a compresión del diseño con 10% de humo de sílice.



Cel: 990703014 / 947280585
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-008
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	10/02/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	Datos de laboratorio
SOLICITANTE	Jonathan Gaston, Gariboa García
TESIS	Evaluación de la mejor técnica y económica del concreto $f'c=210$ kg/cm ² utilizando humo de sílice, Lima - 2020
UBICACIÓN	Lima
	Fecha de emisión: 07/10/2020

IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kg	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F _c Diseño kg/cm ²	% F _c
10% de SILICE	15/08/2020	22/08/2020	7	40065.5	176.7	226.9	210.0	108.0
10% de SILICE	15/08/2020	22/08/2020	7	40307.0	176.7	228.0	210.0	108.9
10% de SILICE	15/09/2020	22/09/2020	7	40255.6	176.7	227.6	210.0	108.5
10% de SILICE	15/09/2020	29/09/2020	14	50249.5	176.1	285.5	210.0	132.8
10% de SILICE	15/08/2020	29/08/2020	14	48073.6	176.7	271.7	210.0	132.2
10% de SILICE	15/08/2020	29/09/2020	14	50106.2	176.1	279.8	210.0	132.2
10% de SILICE	15/09/2020	13/10/2020	28	67381.3	176.7	381.3	210.0	181.8
10% de SILICE	15/08/2020	13/10/2020	28	67063.2	176.7	378.5	210.0	180.7
10% de SILICE	15/08/2020	13/10/2020	26	66903.7	176.7	378.3	210.0	179.5

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almidoncillos de neopreno como material refrigerante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

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

Anexo N° 10: Certificado de resultados de ensayo a compresión del diseño con 11% de humo de sílice.



Cel: 980703014 / 947280585
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CC-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Jonathan Gastón, Gamboa Gariós
TESIS	: Evaluación de la mejora técnica y económica del concreto $f_c=210$ kg/cm ² utilizando humo de sílice, Lima - 2020
UBICACIÓN	: Lima Fecha de emisión: 01/06/2020

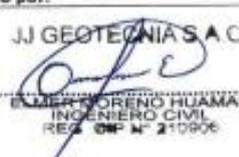
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	f_c Diseño kg/cm ²	% f_c
11% de SILICE	15/05/2020	22/05/2020	7	37933.0	176.7	214.6	210.0	102.2
11% de SILICE	15/05/2020	22/05/2020	7	37082.4	176.7	209.9	210.0	99.9
11% de SILICE	15/05/2020	22/05/2020	7	37604.9	176.7	212.8	210.0	101.3
11% de SILICE	15/08/2020	29/08/2020	14	48216.9	179.1	267.3	210.0	122.5
11% de SILICE	15/09/2020	29/09/2020	14	45352.6	176.7	257.7	210.0	122.2
11% de SILICE	15/09/2020	29/09/2020	14	45289.0	179.1	252.9	210.0	120.4
11% de SILICE	15/08/2020	13/10/2020	28	62397.9	176.7	353.1	210.0	168.1
11% de SILICE	15/09/2020	13/10/2020	28	63069.4	176.7	357.9	210.0	170.9
11% de SILICE	15/09/2020	13/10/2020	28	62675.0	176.7	355.8	210.0	169.4

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material rellentante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. OMP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Anexo N° 11: Certificado de resultados de ensayo a flexión del diseño patrón.



Cel: 980703014 / 947280585
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-PO-134
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

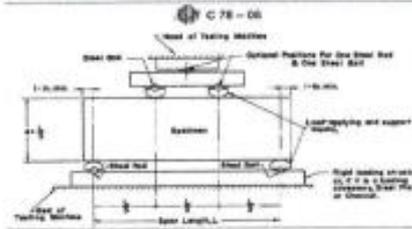
TESIS : Evaluación de la mejora técnica y económica del concreto $f'_{c}=210$ kg/cm² utilizando humo de sílice, Lima - 2020

SOLICITANTE : Jonathan Gaston, Gamboa Garcia
 CÓDIGO DE PROYECTO : ---
 UBICACIÓN DE PROYECTO : LIMA
 FECHA DE EMISIÓN : 13/10/2020

Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes prismáticos
 f'_{c} de diseño : 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRÓN f'_{c} 210	15/09/2020	22/09/2020	7 días	2	45.0	24 kg/cm ²
PATRÓN f'_{c} 210	15/09/2020	22/09/2020	7 días	2	45.0	24 kg/cm ²
PATRÓN f'_{c} 210	15/09/2020	29/09/2020	14 días	2	45.0	28 kg/cm ²
PATRÓN f'_{c} 210	15/09/2020	29/09/2020	14 días	2	45.0	27 kg/cm ²
PATRÓN f'_{c} 212	15/09/2020	13/10/2020	28 días	2	45.0	32 kg/cm ²
PATRÓN f'_{c} 213	15/09/2020	13/10/2020	28 días	2	45.0	31 kg/cm ²



- OBSERVACIONES:
- * Muestras Proporciones por el solicitante
 - * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
 - * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. OMP N° 210906	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD MTL GEOTECNIA
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Anexo N° 12: Certificado de resultados de ensayo a flexión del diseño con 9% de humo de sílice.



Cel: 980703014 / 947280585
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Códice	AB-FO-138
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	26-04-2018
		Página	1 de 1

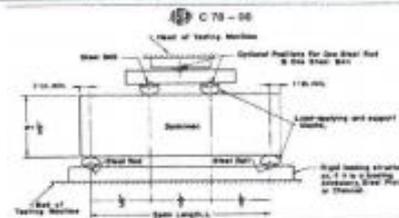
TEMA : Evaluación de la mejora técnica y económica del concreto $f_{cr}=210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando humo de sílice, Lima - 2020

SOLICITANTE : Jonathan Gaston, Gamboa Garcia
 CÓDIGO DE PROYECTO : —
 UBICACIÓN DE PROYECTO : LIMA
 FECHA DE EMISIÓN : 13/10/2020

Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes prismáticos
 Fo de diseño : 210 kg/cm²

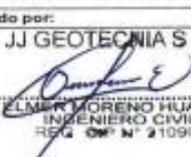
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
9% de SILICE	15/09/2020	22/08/2020	7 días	2	45.0	26 kg/cm ²
9% de SILICE	15/09/2020	22/08/2020	7 días	2	45.0	25 kg/cm ²
9% de SILICE	15/09/2020	29/09/2020	14 días	2	45.0	28 kg/cm ²
9% de SILICE	15/09/2020	29/09/2020	14 días	2	45.0	29 kg/cm ²
9% de SILICE	15/09/2020	13/10/2020	28 días	2	45.0	33 kg/cm ²
9% de SILICE	15/09/2020	13/10/2020	28 días	2	45.0	32 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- Muestras Proporcionadas por el solicitante
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por: JJ GEOTECNIA S A C  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. OM N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	---	--

Anexo N° 13: Certificado de resultados de ensayo a flexión del diseño con 10% de humo de sílice.



Cel: 980703014 / 947280585
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-PO-134
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2019
		Página	1 de 1

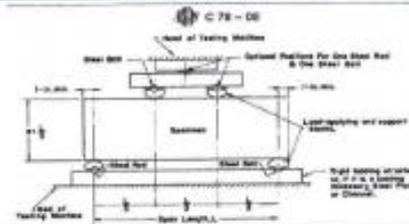
TESIS : Evaluación de la mejora técnica y económica del concreto f'c=210 kg/cm² utilizando humo de sílice, Lima - 2020

SOLICITANTE : Jonathan Gastón Gamboa García
 CÓDIGO DE PROYECTO : ---
 UBICACIÓN DE PROYECTO : LIMA
 FECHA DE EMISIÓN : 13/10/2020

Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes prismáticos
 Fc de diseño : 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
10% de SILICE	15/09/2020	22/09/2020	7 días	2	45.0	28 kg/cm ²
10% de SILICE	15/09/2020	22/09/2020	7 días	2	45.0	28 kg/cm ²
10% de SILICE	15/09/2020	28/09/2020	14 días	2	45.0	30 kg/cm ²
10% de SILICE	15/09/2020	28/09/2020	14 días	2	45.0	29 kg/cm ²
10% de SILICE	15/09/2020	13/10/2020	28 días	2	40.0	33 kg/cm ²
10% de SILICE	15/09/2020	13/10/2020	28 días	2	45.0	33 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- Muestras proporcionadas por el edificado
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA SAC 	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Anexo N° 14: Certificado de resultados de ensayo a flexión del diseño con 11% de humo de sílice.



Cel: 980703014 / 947280585
 Jr. La Madrid 284 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-PO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Folios	1 de 1

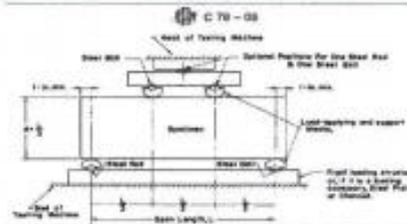
TESIS : Evaluación de la mejora mecánica y económica del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando humo de sílice, Lima - 2020

SOLICITANTE : Jonathan Gaston, Carrasco Garcia
 CÓDIGO DE PROYECTO : --
 UBICACIÓN DE PROYECTO : LIMA
 FECHA DE EMISIÓN : 13/10/2020

Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes prismáticos
 f_c de diseño : 210 kg/cm^2

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
11% de SILICE	15/09/2020	22/09/2020	7 días	2	45.0	32 kg/cm^2
11% de SILICE	15/09/2020	22/09/2020	7 días	2	45.0	29 kg/cm^2
11% de SILICE	15/09/2020	29/09/2020	14 días	2	45.0	34 kg/cm^2
11% de SILICE	15/09/2020	29/09/2020	14 días	2	45.0	32 kg/cm^2
11% de SILICE	15/09/2020	13/10/2020	28 días	2	45.0	35 kg/cm^2
11% de SILICE	15/09/2020	13/10/2020	28 días	2	45.0	35 kg/cm^2



OBSERVACIONES:

- * Muestras proporcionadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: JJ GEOTECNIA S A C ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. OMP N° 210954 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD M.T.L. GEOTECNIA Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	---	---

Anexo N° 15: Certificado de ensayo análisis granulométrico agregado fino.



Cel: 980703014 / 947280585
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C136

REFERENCIA	: Dfco de laboratorio	
SOLICITANTE	: Jonathan Gastón Gamboa García	
TESIS	: Evaluación de la mejora técnica y económica del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando humo de sílice, Lima - 2020	
UBICACIÓN	: LIMA	Fecha de ensayo: 14/09/2020
MATERIAL	: Agregado fino	CANTERA: TRAFICHE
PESO INICIAL HUMEDO (g)	633.5	% W = 0.9
PESO INICIAL SECO (g)	628.0	MF = 2.94

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.75	17.5	2.8	2.8	87.2	85 - 100
Nº9	2.00	112.5	17.9	20.7	79.3	80 - 100
Nº 18	1.18	131.2	20.9	41.6	58.4	55 - 85
Nº 30	0.60	135.2	21.5	63.1	36.9	25 - 60
Nº 50	0.30	84.2	13.4	76.5	23.5	08 - 35
Nº 100	0.15	82.0	13.2	88.7	11.3	0 - 15
FONDO		84.8	10.3	100.0	0.0	0 - 0



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

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S A C 	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Anexo N° 16: Certificado de ensayo análisis granulométrico agregado grueso.



Cel: 980703014 / 947280585
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO	Código	FOR-LTC-AG-002
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C136

REFERENCIA	Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	Jonathan Gastón Gamboa García		
TEMA	Evaluación de la mejora técnica y económica del concreto f'c=210 kg/cm ² utilizando humo de sílice, Lima - 2020		
UBICACIÓN	LIMA	FECHA DE ENSAYO	14/09/2020
MATERIAL	AGREGADO GRUESO	CANTIDAD TÍPICA	% W = 0.1 MF = 8.78
PESO INICIAL HUMEDO (g)	4,236.00		
PESO INICIAL SECO (g)	4,232.40		

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO # ET
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	121.5	2.9	2.9	97.1	100
1/2"	12.50	1,911.0	45.2	48.1	51.9	---
3/8"	9.50	1,366.0	32.3	75.7	24.3	28 - 55
Nº 4	4.75	1,521.0	36.1	92.8	7.2	0 - 15
Nº 8	2.36	8.0	0.2	100.0	0.0	0 - 5
Nº 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
FOMDO		2.9	0.1			



OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. OMP N° 210506	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL, GEOTECNIA

Anexo N° 17: Certificado de ensayo peso unitario



Cel: 980703014 / 947280585
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO	Código	PDR-LAB-AG-015
		Revisión	1
		Aprobado	CG-JJ

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS ASTM C29

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Jonathan Gastor, Gombos García
TESIS	: Evaluación de la mejora técnica y económica del concreto $f'c > 210$ kg/cm ² utilizando humo de sílice, Lima - 2020
UBICACIÓN	: LIMA Fecha de ensayo: 14/09/2020

MATERIAL : AGREGADO FINO GANTERA : TRAPICHE

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	8524	8495	8485
2	Peso del Molde	g	2365	2360	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4151	4132	4122
4	Volumen del Molde	cc	2780	2780	2780
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.508	1.497	1.493

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.499
-------------------------------	------	-------

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	7328	7385	7381
2	Peso del Molde	g	2365	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4963	4922	4918
4	Volumen del Molde	cc	2780	2780	2780
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.790	1.783	1.789

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.786
-----------------------------------	------	-------

OBSERVACIONES:

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

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

Anexo N° 18: Certificado de ensayo peso unitario (F, G o G1b)



Cel: 980703014 / 947280585
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO (F, G o G1b)	Código	FOR-LTC-AG-018
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C39

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Jonathan Gaston Gamboa García
TESIS	: Evaluación de la mejora técnica y económica del concreto $f'c=210$ kg/cm ² utilizando humo de sílice, Lima - 2020
UBICACIÓN	: LIMA
	Fecha de ensayo: 14/09/2020

MATERIAL: AGREGADO GRUESO CANTERA: TRAPICHE

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	30542	30612	30608
2	Peso del Molde	g	9890	9890	9890
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	20652	20722	20718
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.484	1.482	1.481

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.482
-------------------------------	------	-------

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	32434	32486	32471
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	22634	22686	22671
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.623	1.625	1.625

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.624
-----------------------------------	------	-------

OBSERVACIONES:

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

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S A C 	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Anexo N° 19: Certificado de ensayo peso específico y absorción.



Cel: 960703014 / 947280585
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

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

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS ASTM C128

REFERENCIA : Datos de laboratorio
 SOLICITANTE : Jonathan Gaston, Gamboa Garcia
 TESIS : Evaluación de la mejora técnica y económica del concreto f'c=210 kg/cm2 utilizando humo de sílice, Lima - 2020
 UBICACION : LIMA Fecha de ensayo: 14/08/2020

MATERIAL : AGREGADO FINO CANTERA : TRAPICHE

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	g	900.7	901.5	901.1
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón	g	670.2	669.8	670.0
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	310.5	311.7	311.1
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balón	g/cc	661.9	661	661.30
5	Peso del Balón N° 2	g/cc	170.2	169.8	170.00
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	491.4	491.2	491.20
7	Volumen del Balón (V = 500)	cc	487.5	488.2	487.9

RESULTADOS				
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	2.83	2.83	2.83
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/cc	2.67	2.58	2.68
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/(V-W) - (500-A))	g/cc	2.75	2.76	2.76
PORCENTAJE DE ABSORCION (A) [(500-A)/A*100]	%	1.8	1.8	1.8

OBSERVACIONES:

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

 Elaborado por:	JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL RUC: 980703014	 Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Anexo N° 21: Certificado de ensayo gravedad especifica de solidos



Cel: 980703014 / 947280585
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	Código	FOR-LAB-MS-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
 ASTM C127

REFERENCIA : Datos de laboratorio
 SOLICITANTE : Jonathan Gaston Gamboa Garcia
 TESIS : Evaluación de la mejora técnica y económica del concreto $f'c=210$ kg/cm² utilizando humo de sílice, Lima - 2020
 UBICACION : LIMA Fecha de ensayo: 14/08/2020

MATERIAL : AGRGADO GRUESO CANTERA : TRAPICHE

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Muestra Sumergida Canalilla	A	g	1541.0	1587.0	1564.0
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca	B	g	2430.0	2500.0	2472.0
3	Peso muestra Seca	C	g	2424.0	2490.0	2460.0
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A		g/cc	2.72	2.72	2.72
5	Peso específico de masa = C/B-A		g/cc	2.71	2.71	2.71
6	Peso específico aparente = C/C-A		g/cc	2.75	2.75	2.75
7	Absorción de agua = (B - C)/C * 100		%	0.5	0.5	0.5

OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por: JJ GEOTECNIA S A C  ENRIQUE MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. Nº N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	---	--

Anexo N° 23: Certificado de diseño de mezcla con 9% de humo de sílice (D1+9%).



Cel: 980703014 / 947280585
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-061
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Jonathan Gaston, Gamboa Garcia
TESIS	: Evaluación de la mejora técnica y económica del concreto f'c=210 kg/cm2 utilizando humo de sílice, Lima - 2020
UBICACION	: Lima Fecha de ensayo: 14/09/2020

f'c 210 kg/cm²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINIZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m³	P. UNITARIO C. Kg/m³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.63	2.94	0.9	1.8	1499.0	1790.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.71	6.78	0.1	0.5	1452.0	1824.0
MICROSILICE	2.25					

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE						
A)	VALORES DE DISEÑO					
	1 ASENTAMIENTO		3-4			mm
	2 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL		3/4"			
	3 RELACION AGUA CEMENTO		0.642			
	4 AGUA		211			
	5 TOTAL DE AJRE ATRAPADO %		2.0			
	6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.34			
B)	ANÁLISIS DE DISEÑO					
	FACTOR CEMENTO	328.74		Kg/m³	7.7	B/m³
	Volumen absoluto del cemento		0.1054		m³/m³	
	Volumen absoluto del Agua		0.2110		m³/m³	
	Volumen absoluto del Aire		0.0200		m³/m³	
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					0.3364
	Volumen absoluto del Agregado fino		0.3118		m³/m³	
	Volumen absoluto del Agregado grueso		0.3378		m³/m³	
	Volumen absoluto microsíllice		0.0145		m³/m³	
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000
C)	CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO					
	CEMENTO		329		Kg/m³	
	AGUA		211		L/m³	
	AGREGADO FINO		820		Kg/m³	
	AGREGADO GRUESO		915		Kg/m³	
	MICROSILICE (dosis 9% del peso del cemento)		32.51250000		Kg/m³	
	PESO DE MEZCLA		2307		Kg/m³	
D)	CORRECCIÓN POR HUMEDAD					
	AGREGADO FINO HUMEDO		826.9		Kg/m³	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO		915.8		Kg/m³	
E)	CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS					
	AGREGADO FINO		0.90		L/m³	
	AGREGADO GRUESO		0.40		L/m³	
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA				222.0	L/m³
F)	CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO					
	CEMENTO		329		Kg/m³	
	AGUA		222		L/m³	
	AGREGADO FINO		827		Kg/m³	
	AGREGADO GRUESO		916		Kg/m³	
	MICROSILICE (dosis 9% del peso del cemento)		32.5		Kg/m³	
	PESO DE MEZCLA		2328		Kg/m³	
G)	CANTIDAD DE MATERIALES (52 L)					
	CEMENTO		13.91		Kg	
	AGUA		9.33		L	
	AGREGADO FINO		34.73		Kg	
	AGREGADO GRUESO		38.45		Kg	
	MICROSILICE (dosis 9% del peso del cemento)		1.36		g	
	PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)					
	C		1.0			
	A.F		2.52			
	A.G		2.79			
	H2o		25.25 Kg			
	PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)					
	C		1.0			
	A.F		2.52			
	A.G		2.80			
	H2o		25.25 LT			

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS ELMER MICHAEL HUAMAN INGENIERO CIVIL N° 10901	 CONTROL DE CALIDAD MTL GEOTECNIA

Anexo N° 24: Certificado de diseño de mezcla con 10% de humo de sílice (D2+10%).



Cel: 980703014 / 947280585
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jgeotecniasac.com

www.jgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-00-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2016

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211**

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Jonathan Gaston, Gamboa Garcia
TESIS	: Evaluación de la mejora técnica y económica del concreto f'c=210 kg/cm2 utilizando humo de sílice, Lima - 2020
UBICACION	: Lima Fecha de ensayo: 14/08/2020

f'c 210 kg/cm²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m³	P. UNITARIO C. Kg/m³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.63	2.94	0.9	1.8	1499.0	1790.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.71	8.78	0.1	0.5	1492.0	1824.0
MICROSILICE	2.25					

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO						
1 ASENTAMIENTO			3-4			mm
2 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			3/4"			
3 RELACION AGUA CEMENTO			0.649			
4 AGUA			211			L/m³
5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0			
6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.34			m³/m³
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO		325.125			7.7	Kg/m³
Volumen absoluto del cemento			0.1042			m³/m³
Volumen absoluto del Agua			0.2110			m³/m³
Volumen absoluto del Aire			0.0200			m³/m³
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
Volumen absoluto del Agregado fino			0.3114			m³/m³
Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3373			m³/m³
Volumen absoluto microsíllice			0.0181			m³/m³
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO			325			Kg/m³
AGUA			211			L/m³
AGREGADO FINO			819			Kg/m³
AGREGADO GRUESO			914			Kg/m³
MICROSILICE (dosis 10% del peso del cemento)			38.1250			Kg/m³
D) PESO DE MEZCLA			2305			Kg/m³
CORRECCION POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO			828.4			Kg/m³
AGREGADO GRUESO HUMEDO			915.0			Kg/m³
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						L/m³
AGREGADO FINO			0.30			7.4
AGREGADO GRUESO			0.40			3.7
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA						11.5
						222.0
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO			325			Kg/m³
AGUA			222			L/m³
AGREGADO FINO			828			Kg/m³
AGREGADO GRUESO			915			Kg/m³
MICROSILICE (dosis 10% del peso del cemento)			38.1			Kg/m³
G) PESO DE MEZCLA			2325			Kg/m³
CANTIDAD DE MATERIALES (S2 II.)						
CEMENTO			13.66			Kg
AGUA			9.33			Lit
AGREGADO FINO			34.71			Kg
AGREGADO GRUESO			38.40			Kg
MICROSILICE (dosis 10% del peso del cemento)			15.17			g
PROPORCION EN PESO p3 (húmedo)						
C			1.0			
A.F			2.54			
A.G			2.81			
H2O			25.25			Kg
PROPORCION EN VOLUMEN p3 (húmedo)						
C			1.0			
A.F			2.54			
A.G			2.83			
H2O			25.25			LT.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 J. GAMBOA GARCIA JEFE DE LABORATORIO	 ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL C.O. Nº 110901	 CONTROL DE CALIDAD HTL GEOTECNIA

Anexo N° 25: Certificado de diseño de mezcla con 11% de humo de sílice (D3+11%).



Cel: 980703014 / 947280585
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jigeotecniasac.com

www.jigeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-091
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2016

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211**

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de ensayo:	14/08/2010
SOLICITANTE	: Jonathan Gaston, Gamboa Garcia		
TESIS	: Evaluación de la mejora técnica y económica del concreto f'c=210 kg/cm ² utilizando humo de sílice, Lima - 2020		
UBICACION	: Lima		

Fc 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.63	2.94	0.9	1.8	1499.0	1790.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.71	8.78	0.1	0.5	1492.0	1624.0
MICROSILICE	2.25					

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO						
1 ASENTAMIENTO			3.4		psi/g	
2 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			3/4"			
3 RELACION AGUA CEMENTO			0.656			
4 AGUA			211			
5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0			
6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.34			
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO		321.513	Kg/m ³	7.8		Bla/m ³
Volumen absoluto del cemento		0.1030	m ³ /m ³			
Volumen absoluto del Agua		0.2110	m ³ /m ³			
Volumen absoluto del Aire		0.0200	m ³ /m ³			0.3340
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
Volumen absoluto del Agregado fino			0.3112	m ³ /m ³		0.686
Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3571	m ³ /m ³		
Volumen absoluto microsíllice			0.0177	m ³ /m ³		
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.666
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO			322	Kg/m ³		
AGUA			211	L/m ³		
AGREGADO FINO			818	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO			914	Kg/m ³		
MICROSILICE (dosis 11% del peso del cemento)			39.73750	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA			2304	Kg/m ³		
D) CORRECCION POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO			825.0	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO HUMEDO			914.5	Kg/m ³		
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO			0.90	%	7.4	L/m ³
AGREGADO GRUESO			0.40	%	3.7	L/m ³
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					222.0	L/m ³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO			322	Kg/m ³		
AGUA			222	L/m ³		
AGREGADO FINO			826	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO			914	Kg/m ³		
MICROSILICE (dosis 11% del peso del cemento)			39.7	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA			2324	Kg/m ³		
G) CANTIDAD DE MATERIALES (SE H.)						
CEMENTO			13.50	Kg		
AGUA			9.32	Lts		
AGREGADO FINO			34.66	Kg		
AGREGADO GRUESO			38.41	Kg		
MICROSILICE (dosis 11% del peso del cemento)			1.699	Kg		
PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)						
C			1.0			
A.F			2.57			
A.G			2.84			
H2o			25.25 Kg			
PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)						
C			1.0			
A.F			2.57			
A.G			2.96			
H2o			25.25 LT			

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

Anexo N° 26: Certificado de acreditación.

Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

TEST & CONTROL S.A.C.

Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Calle Condesa de Lemos N° 117, Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019

Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023

ESTELA CONTRERAS JUGO

Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 230-2019-INACAL/DA

Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA

Registro N° : LC-016

Fecha de emisión: 05 de junio de 2019

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 02

Anexo N° 27: Certificado de calibración TC – 4370 -2020



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

CERTIFICADO DE CALIBRACION TC - 4370 - 2020

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

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

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : SARTORIUS
Modelo : LC2201S
N° de Serie : 50310007
Capacidad Máxima : 2200 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 5 g
Procedencia : ALEMANIA
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2020-05-25

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

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

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

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

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

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

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

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado de Calibración
TC - 4370 - 2020

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-140-2019 Mayo 2019
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 2 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-147-2019 Mayo 2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

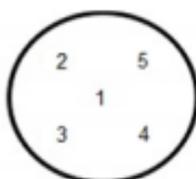
ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,9 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,000	1 099,99	5	-10	1	2 200,000	2 199,98	4	-19
2		1 099,99	3	-8	2		2 199,99	4	-9
3		1 099,98	4	-19	3		2 199,98	5	-20
4		1 099,98	4	-19	4		2 199,98	4	-19
5		1 099,99	4	-9	5		2 199,99	4	-9
6		1 099,98	5	-20	6		2 199,98	4	-19
7		1 099,98	3	-18	7		2 199,98	3	-18
8		1 099,98	5	-20	8		2 199,99	4	-9
9		1 099,99	5	-10	9		2 199,99	5	-10
10		1 099,99	5	-10	10		2 199,99	5	-10
Emáx - Emin (mg)				12	Emáx - Emin (mg)				11
error máximo permitido (±mg)				200	error máximo permitido (±mg)				300



Certificado de Calibración
TC - 4370 - 2020



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,1 °C	22,2 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (±mg)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)		Ec (mg)
1	1,000	1,00	4	1	800,000	799,99	4	-9	-10	200
2		1,00	5	0		799,98	4	-19	-19	
3		1,00	4	1		799,98	5	-20	-21	
4		1,00	4	1		799,98	5	-20	-21	
5		1,00	5	0		799,99	5	-10	-10	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,2 °C	22,3 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,000	0,10	4	101						
0,000	1,00	5	1 000	899	1,00	4	1 001	900	100
0,000	10,00	4	10 001	9 900	10,00	5	10 000	9 899	100
0,000	100,00	4	100 001	99 900	100,00	5	100 000	99 899	100
0,000	500,00	5	500 000	499 899	499,99	4	499 991	499 890	100
0,000	799,99	4	799 991	799 890	799,99	4	799 991	799 890	200
0,000	999,99	4	999 991	999 890	1 000,00	5	1 000 000	999 899	200
0,000	1 099,99	5	1 099 990	1 099 889	1 099,99	5	1 099 990	1 099 889	200
0,000	1 499,99	5	1 499 990	1 499 889	1 500,01	5	1 500 010	1 499 909	200
2 000,004	1 999,99	5	-14	-115	1 999,99	4	-13	-114	200
2 000,004	2 199,99	4	199 987	199 886	2 199,99	4	199 987	199 886	300

Donde:

I : Indicación de la balanza
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)
ΔL : Carga adicional
E : Error del instrumento
Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	:	$R_{\text{corregida}} = R - 4,58 \times 10^{-1} \times R$
Incertidumbre Expandida	:	$U_{95} = 2 \times \sqrt{7,73 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 2,26 \times 10^{-10} \times R^2}$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
La indicación de la balanza fue de 1 999,97 g para una carga de valor nominal 2200 g.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



Anexo N° 28: Certificado de calibración TC – 4371 -2020

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 4371 - 2020

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 5

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

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

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

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

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

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

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

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

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

CONDICIONES AMBIENTALES

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

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

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



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 ± 10 °C	110	40 min	180 min	30 %	ENVASE METALICO C/ MUESTRAS CLIENTE

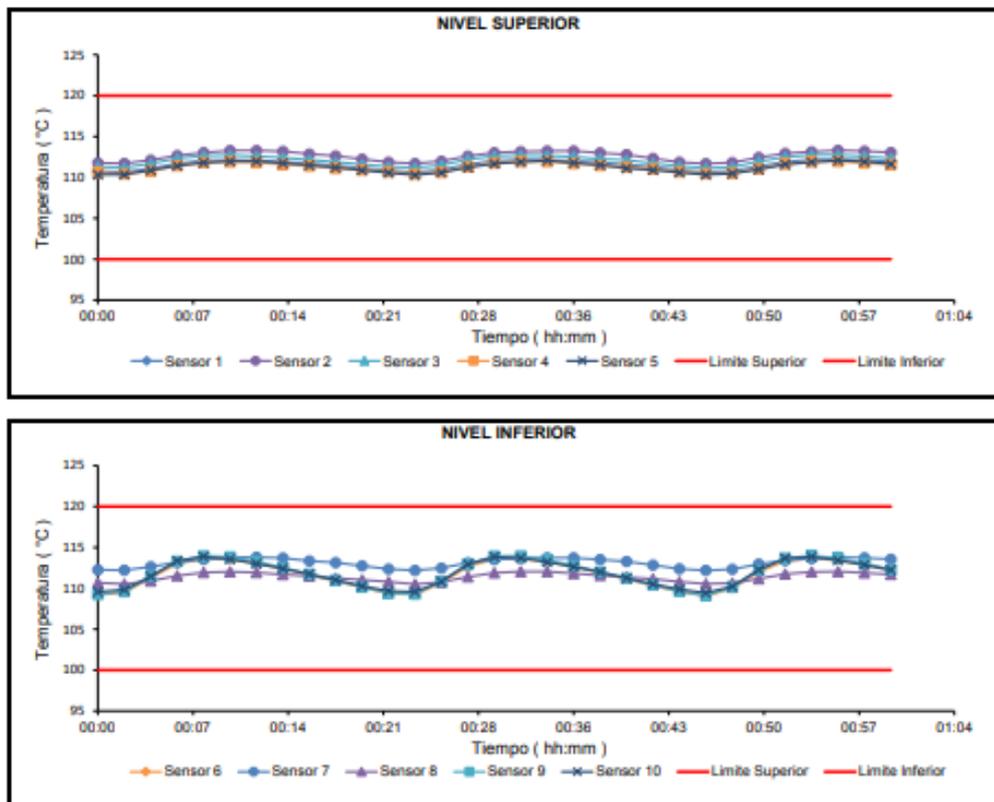
Tiempo (h:mm)	Termómetro Homó (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} ^{PI} (°C)	T _{max} - T _{min} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00	110	110,8	111,8	111,3	110,6	110,3	109,2	112,3	110,7	109,3	109,6	110,6	3,1
0:02	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,4	109,5	112,2	110,5	109,6	109,8	110,6	2,7
0:04	110	111,1	112,1	111,7	110,8	110,9	111,3	112,6	110,9	111,5	111,5	111,4	1,8
0:06	110	111,7	112,7	112,3	111,5	111,4	113,0	113,2	111,6	113,3	113,4	112,4	1,9
0:08	110	112,1	113,0	112,7	111,8	111,8	113,6	113,5	111,9	114,0	113,9	112,8	2,2
0:10	110	112,2	113,3	112,7	111,9	112,0	113,5	113,8	112,0	113,8	113,6	112,9	1,9
0:12	110	112,1	113,3	112,6	111,8	112,0	113,1	113,8	111,9	113,3	113,0	112,7	1,9
0:14	110	111,9	113,2	112,4	111,6	111,8	112,4	113,7	111,7	112,5	112,4	112,4	2,1
0:16	110	111,8	112,9	112,2	111,4	111,5	111,6	113,4	111,5	111,8	111,7	112,0	2,0
0:18	110	111,4	112,6	111,9	111,1	111,2	110,9	113,1	111,2	111,0	111,0	111,6	2,3
0:20	110	111,2	112,2	111,6	110,9	110,9	110,1	112,7	111,0	110,2	110,3	111,1	2,6
0:22	110	110,9	111,9	111,3	110,7	110,6	109,4	112,4	110,8	109,4	109,7	110,7	3,0
0:24	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,2	112,2	110,5	109,3	109,6	110,5	3,0
0:26	110	111,0	112,0	111,5	110,7	110,6	110,7	112,5	110,8	110,9	110,8	111,1	1,9
0:28	110	111,6	112,6	112,2	111,3	111,2	112,7	113,1	111,4	112,9	113,0	112,2	1,9
0:30	110	112,1	113,0	112,6	111,8	111,7	113,6	113,5	111,9	113,9	113,8	112,8	2,2
0:32	110	112,2	113,2	112,7	112,0	111,9	113,6	113,7	112,1	114,0	113,7	112,9	2,1
0:34	110	112,2	113,2	112,7	111,9	112,1	113,3	113,7	112,0	113,5	113,2	112,8	1,8
0:36	110	112,0	113,2	112,5	111,7	111,8	112,7	113,7	111,8	112,8	112,6	112,5	2,0
0:38	110	111,9	113,0	112,3	111,5	111,5	111,9	113,5	111,6	112,0	112,0	112,1	2,0
0:40	110	111,6	112,8	112,1	111,3	111,1	111,1	113,3	111,4	111,2	111,2	111,7	2,2
0:42	110	111,3	112,3	111,7	111,1	110,9	110,3	112,8	111,2	110,4	110,5	111,3	2,5
0:44	110	110,9	111,9	111,4	110,7	110,6	109,6	112,4	110,8	109,6	109,9	110,8	2,8
0:46	110	110,7	111,7	111,2	110,5	110,3	109,1	112,2	110,6	109,1	109,4	110,5	3,1
0:48	110	110,8	111,8	111,3	110,5	110,5	110,0	112,3	110,6	110,1	110,2	110,8	2,3
0:50	110	111,4	112,5	112,0	111,1	111,0	112,0	113,0	111,2	112,2	112,3	111,8	2,0
0:52	110	111,9	112,9	112,5	111,7	111,6	113,3	113,4	111,8	113,7	113,7	112,6	2,1
0:54	110	112,2	113,2	112,8	111,9	111,9	113,7	113,7	112,0	114,0	113,8	112,9	2,1
0:56	110	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,4	113,8	112,1	113,7	113,4	112,9	1,8
0:58	110	112,1	113,2	112,6	111,8	111,9	112,9	113,7	111,9	113,1	112,9	112,6	1,9
1:00	110	112,0	113,1	112,4	111,6	111,7	112,2	113,6	111,7	112,3	112,2	112,3	2,0
T. PROM ^{PI}	110,0	111,6	112,6	112,1	111,3	111,3	111,7	113,1	111,4	111,9	111,9		
T. MAX ^{PI}	110,0	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,7	113,8	112,1	114,0	113,9		
T. MIN ^{PI}	110,0	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,1	112,2	110,5	109,1	109,4		
DTT ^{PI}	0,0	1,6	1,6	1,6	1,6	1,8	4,6	1,6	1,6	4,9	4,4		

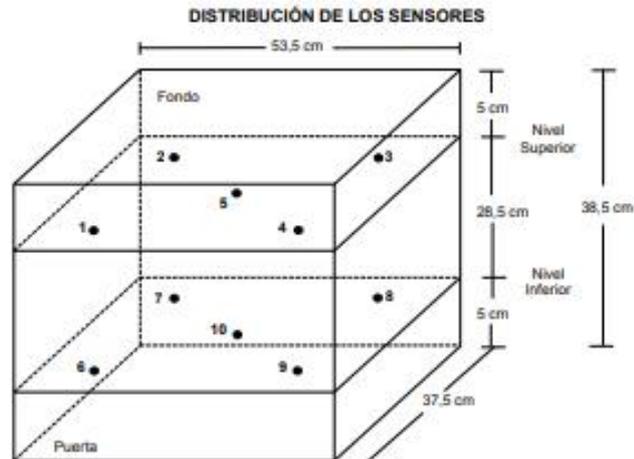


RESULTADOS DE MEDICIÓN

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,0	0,4
Mínima Temperatura Medida	109,1	0,5
Desviación Temperatura en el Tiempo	4,9	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	1,8	0,5
Estabilidad Medida (±)	2,45	0,04
Uniformidad Medida	3,1	0,5

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES





- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 6,5 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 5 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO



Certificado : TC - 4371 - 2020

Página : 5 de 5

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

[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.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isothermo: 0,6 °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 $\pm 1/2$ 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



Anexo N° 29: Certificado de calibración TC – 4372 -2020



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

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 4372 - 2020

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-140-2019 Mayo 2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,0 °C	22,0 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	110,0000	110,0018	-	1,8	1	220,0000	220,0020	-	2,0
2		110,0016	-	1,6	2		220,0019	-	1,9
3		110,0016	-	1,6	3		220,0016	-	1,6
4		110,0018	-	1,8	4		220,0016	-	1,6
5		110,0016	-	1,6	5		220,0018	-	1,8
6		110,0016	-	1,6	6		220,0016	-	1,6
7		110,0016	-	1,6	7		220,0018	-	1,8
8		110,0018	-	1,8	8		220,0016	-	1,6
9		110,0018	-	1,8	9		220,0018	-	1,8
10		110,0018	-	1,8	10		220,0017	-	1,7
Emáx - Emin (mg)				0,2	Emáx - Emin (mg)				0,4
error máximo permitido (±mg)				2,0	error máximo permitido (±mg)				3,0

Anexo N° 30: Certificado de calibración TC – 4374 -2020

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC-4374-2020

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

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

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA CBR

Marca : NO INDICA
Modelo : NO INDICA
N° Serie : NO INDICA
Intervalo de indicación : 5000 Kg
Resolución : 0,1 Kg

CELDA DE CARGA

Marca : Keli
Modelo : A-FED
Serie : 5X70836
Procedencia : NO INDICA
Código de Identificación : NO INDICA
Ubicación : No Indica

Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

METODO DE CALIBRACIÓN

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

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,9°C	20,1°C
HUMEDAD RELATIVA	43,0%	44,0%

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.

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

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

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

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

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



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



TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión AEP Transducers	Celda de Carga ANYLOAD 30000 Kg	LM-0033-2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo (Kg)	Lectura Convencionalmente Verdadera (Kg)	Error (Kg)	Incertidumbre (Kg)
500,0	485,0	15,0	0,1
1000,0	974,5	25,5	0,1
1500,0	1437,5	62,5	0,1
2000,0	1945,3	54,7	0,1
2500,0	2464,6	35,4	0,1
3000,0	2965,3	34,7	0,1
3500,0	3465,7	34,3	0,1
4000,0	3945,5	54,5	0,1
4500,0	4435,8	64,2	0,1
5000,0	4946,3	53,7	0,1

OBSERVACIONES.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



Anexo N° 31: Ficha técnica de humo de sílice (Chema Fume)⁶⁹.



DESCRIPCIÓN CHEMA FUME es un aditivo mineral en polvo compuesto por sílice en estado cristalino (microsílíce) que reacciona químicamente con el hidróxido de calcio del cemento para formar silicatos hidratados. De modo que se obtienen morteros y concretos de elevadas resistencias mecánicas, baja permeabilidad y mayor durabilidad. No contiene cloruros. Cumple con la especificación ASTM C1240 (Especificación Normalizada para Humo de Sílice Utilizado en Mezclas Cementicias).

- VENTAJAS**
- Aumenta la resistencia a la compresión resistencia a la flexión.
 - Disminuye el porcentaje de vacíos aumentando la impermeabilidad.
 - Forma compuestos hidratados, disminuyendo la exudación y aumentando la cohesión.
 - Mejora la adherencia al acero.
 - Mejor resistencia a agentes químicos externos (cloruros, carbonatos, sulfatos).
 - Mejora el desempeño de la mezcla cementicia.
 - Mayor vida útil de la estructura.

- USOS**
- Elaboración de concretos y morteros de alta resistencia.
 - Elaboración de concretos y morteros para minería (shotcrete).
 - Elaboración de concretos de baja permeabilidad y alta durabilidad.
 - Estructuras marinas, puertos, túneles, puentes, represas.

DATOS TÉCNICOS

PROPIEDADES		
Estado	Polvo	
Color	Gris a gris mediano	
Gravedad específica	2.25	
Solubilidad en agua	Insoluble	
Densidad aparente - densificada	690 – 770kg/m ³	
Densidad aparente – sin densificar “como se produce”	225 - 320	
VOC	0g/L	
ESPECIFICACIONES		
Requerimientos químicos	ASTM	Típico
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	85.0% mínimo	93.47%
Contenido de humedad	3.0% máximo	0.25%
Pérdida por ignición (LOI)	6.0% máximo	3.55%
Requerimientos físicos	ASTM	Típico
Porcentaje sobredimensionado retenido en µm (malla 325)	10.0% máximo	1.73%
Índice de actividad de fuerza puzolánica acelerada con cemento portland (7 días)	105.0% mínimo	142%
Superficie específica	15m ² /g mínimo	22.24m ² /g



PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO Adicionar CHEMA FUME de la misma forma que es dosificado el cemento o la arena, en la planta de premezclado o en el mixer. Es compatible con los aditivos CHEMAMENT y MEGAPLAST los cuales deberán ser añadidos en el agua de mezcla.

RENDIMIENTO La dosis de CHEMA FUME es entre 5 a 15% del peso de cemento. Debido a la formación del gel de silicato de calcio hidratado, se presentará un consumo adicional de agua, por lo que se debe considerar el uso de algún plastificante en la mezcla.

PRESENTACIÓN - Envase de 22.7 kg.

TIEMPO DE ALMACENAMIENTO 12 meses almacenado en su envase original, en un lugar fresco, ventilado, sellado, bajo techo y protegido del calor intenso y de la humedad.

PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico 012732318/ 999012933).
Producto tóxico, NO INGERIR, mantenga el producto fuera del alcance de los niños.
No comer ni beber mientras manipula el producto. Utilizar guantes, máscara para vapores, gafas protectoras y ropa de trabajo. En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua.

“La presente Edición anula y reemplaza la Versión N° 0 para todos los fines”

La información que suministramos está basada en ensayos que consideramos seguros y correctos de acuerdo a nuestra experiencia. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos previos que estimen conveniente, para determinar si son apropiados para un uso en particular. El uso, aplicación y manejo correcto de los productos, quedan fuera de nuestro control y es de exclusiva responsabilidad del usuario.